



---

## **BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO – BID**

---

---

**LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y Subestaciones Asociadas**

**Estudio de Impacto Ambiental y Social**

---

Noviembre de 2019



**JGP**

**Consultoria e  
Participações Ltda.**

Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo  
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733  
e-mail: [jgp@jgpconsultoria.com.br](mailto:jgp@jgpconsultoria.com.br)

---

## LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y Subestaciones Asociadas

### Estudio de Impacto Ambiental y Social

---

Noviembre de 2019

#### ÍNDICE

<b>1.0 Introducción y Antecedentes</b>	<b>1</b>
<b>2.0 Descripción del Proyecto</b>	<b>4</b>
2.1 Inserción del Proyecto en el Marco Institucional del Sector Eléctrico y Justificativas para su Implantación	4
2.2 Descripción del Proyecto - Línea de Transmisión de 500 kV	7
2.2.1 Franja de Servidumbre	9
2.2.2 Torres y Tipos de Fundaciones	11
2.2.3 Cables, Aisladores y Alambre de Contrapeso	13
2.2.4 Número de Circuitos y Fases	13
2.2.5 Distancias de Seguridad	13
2.3 Subestaciones Yguazú y Valenzuela	14
2.4 Directrices para el Proyecto Ejecutivo	14
2.5 Aspectos Constructivos	15
2.5.1 Servicios Preliminares	16
2.5.2 Obras Civiles	19
2.5.3 Montajes Electromecánicos	22
2.5.4 Puesta en Marcha	23
2.5.5 Desmovilización y Recuperación de los Frentes de Trabajo	23
2.5.6 Operación y Mantenimiento	23
2.6 Infraestructura de Apoyo	24
2.6.1 Áreas de Préstamo y Botaderos	24
2.7 Logística	25
2.7.1 Cronograma	25
2.7.2 Mano de Obra	25
<b>3.0 Marco Institucional y Legal</b>	<b>26</b>
3.1 Políticas de Salvaguardas del BID Aplicables	26
3.2 Marco Legal Paraguayo Aplicable	30
3.2.1 Licenciamiento Ambiental	30
3.2.2 Control de la Contaminación	34
3.2.3 Protección de la Flora y Fauna	47
3.2.4 Áreas Protegidas	53
3.2.5 Pueblos Indígenas	56

3.2.6 Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico	59
3.2.7 Procesos de Expropiación y Reasentamiento	60
3.2.8 Seguridad del Trabajo y Salud Ocupacional	63
3.2.9 Legislación Laboral	71
3.3 Marco Institucional	75
<b>4.0 Estudio de Alternativas</b>	<b>78</b>
4.1 Criterios Socioambientales para la Evaluación de Alternativas de Trazo	78
4.2 Formulación de Trazos Alternativos	81
4.3 Análisis Comparativo de Alternativas y Selección de Trazo	81
<b>5.0 Diagnóstico Ambiental y Social</b>	<b>97</b>
5.1 Definición de las Áreas de Influencia	97
5.2 Medio Físico	100
5.2.1 Clima	100
5.2.1.1 Circulación Atmosférica	100
5.2.1.2 Clasificación Climática	105
5.2.1.3 Climatología del Paraguay y de la Zona de Influencia	106
5.2.1.4 Acontecimientos Extremos y Desastres Naturales	111
5.2.2 Recursos Hídricos Superficiales	118
5.2.2.1 División Hidrográfica	119
5.2.2.2 Principales Características de las Cuencas Interceptadas	124
5.2.2.3 Principales Canales Interceptados	128
5.2.3 Geología	129
5.2.4 Geomorfología	134
5.2.5 Suelos	140
5.2.6 Comportamiento Geotécnico	144
5.2.7 Potencial Espeleológico	146
5.2.7.1 Aspectos Geológicos Regionales	147
5.2.7.2 Estudio Espeleológico de Campo	149
5.2.7.3 Mapa de Potencial Espeleológico	149
5.2.8 Potencial Paleontológico	150
5.2.8.1 Mapa de Potencial Paleontológico	152
5.2.9 Recursos Mineros	152
5.3 Medio Biótico	155
5.3.1 Vegetación y Flora	155
5.3.1.1 Metodología	155
5.3.1.2 Área de Influencia Indirecta (AII)	155
5.3.1.3 Área de Influencia Directa (AID)	167
5.3.1.4 Área Directamente Afectada (ADA)	170
5.3.2 Fauna	172
5.3.2.1 Área de Influencia Indirecta (AII)	173
5.3.2.2 Área de Influencia Directa (AID)	184
5.3.2.3 Área Directamente Afectada (ADA)	188
5.3.3 Áreas de Interés para la Biodiversidad	195

5.3.3.1 Áreas Silvestres Protegidas (ASP)	195
5.3.3.2 Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad	201
5.3.4 Análisis y Determinación de Hábitats Críticos	205
5.4 Medio Socioeconómico	212
5.4.1 Área de Influencia Indirecta	217
5.4.1.1 Demografía	218
5.4.1.1.1 Departamento de Cordillera	219
5.4.1.1.2 Departamento de Caaguazú	220
5.4.1.1.3 Departamento de Guairá	222
5.4.1.1.4 Departamento de Caazapá	224
5.4.1.1.5 Departamento de Alto Paraná	225
5.4.1.2 Salud	227
5.4.1.2.1 Mortalidad	227
5.4.1.2.2 Morbilidad	230
5.4.1.2.3 Población con Discapacidad	232
5.4.1.2.4 Servicios de Salud	233
5.4.1.3 Educación	235
5.4.1.3.1 Datos sobre Situación de la Educación	236
5.4.1.3.2 Servicios de Educación	240
5.4.1.4 Vivienda y Servicios Básicos	242
5.4.1.4.1 Departamento Cordillera	242
5.4.1.4.2 Departamento de Caaguazú	245
5.4.1.4.3 Departamento de Guairá	249
5.4.1.4.4 Departamento de Caazapá	257
5.4.1.4.5 Departamento de Alto Paraná	259
5.4.1.5.1 Indicadores Económicos	262
5.4.1.5 Economía	264
5.4.1.5.1 Situación de Pobreza	264
5.4.1.5.2 Actividades Económicas	265
5.4.1.5.3 Uso de Recursos Naturales	270
5.4.1.6 Problemáticas Sociales que se Enfrentan	273
5.4.1.6.1 Departamento de Cordillera	273
5.4.1.6.2 Departamento de Caaguazú	274
5.4.1.6.3 Departamento de Guairá	275
5.4.1.6.4 Departamento de Alto Paraná	276
5.4.1.7 Principales Actores Sociales	277
5.4.1.7.1 Departamento Cordillera	277
5.4.1.7.2 Departamento de Caaguazú	278
5.4.1.7.3 Departamento de Guairá	289
5.4.1.7.4 Departamento de Alto Paraná	280
5.4.1.8 Patrimonio Arqueológico	281
5.4.2 Área de Influencia Directa	282
5.4.2.1 Caracterización de las Comunidades en el AID	284
5.4.2.1.1 Departamento Caaguazú	298
5.4.2.1.2 Departamento Guairá	289



5.4.1.1.3 Departamento Alto Paraná	291
5.4.2.2 Demografía	293
5.4.2.2.1 Departamento Caaguazú	293
5.4.2.2.2 Departamento Guairá	293
5.4.2.2.3 Departamento Alto Paraná	294
5.4.2.3 Uso del Suelo a lo Largo del AID	295
5.4.2.3.1 Áreas Antrópicas no Agrícolas	301
5.4.2.3.2 Áreas Antrópicas Agrícolas	302
5.4.2.3.3 Áreas de Vegetación Natural	303
5.4.2.3.4 Áreas de Agua	304
5.4.2.3.5 Otras Áreas	305
5.4.2.4 Actividades Económicas	305
5.4.2.4.1 Departamento Caaguazú	305
5.4.2.4.2 Departamento Guairá	306
5.4.2.4.3 Alto Paraná	310
5.4.2.5 Uso de Recursos Naturales	312
5.4.2.5.1 Departamento Caaguazú	312
5.4.2.5.2 Departamento Guairá	313
5.4.2.5.3 Departamento Alto Paraná	315
5.4.2.6 Salud	316
5.4.2.6.1 Departamento Caaguazú	316
5.4.2.6.2 Departamento Guairá	317
5.4.2.6.3 Departamento Alto Paraná	319
5.4.2.7 Educación	320
5.4.2.7.1 Departamento Caaguazú	320
5.4.2.7.2 Departamento Guairá	320
5.4.2.7.3 Departamento Alto Paraná	322
5.4.2.8 Servicios Básicos	323
5.4.2.8.1 Vías	323
5.4.2.8.2 Agua Potable	325
5.4.2.8.3 Electricidad	328
5.4.2.8.4 Desechos Sólidos	330
5.4.2.8.5 TIC	330
5.4.2.9 Problemáticas Sociales que se Enfrentan	332
5.4.2.9.1 Departamento Caaguazú	332
5.4.2.9.2 Departamento Guairá	332
5.4.2.9.3 Departamento Alto Paraná	334
5.4.2.10 Presencia de indígenas en el área	335
5.4.2.11 Principales Actores Sociales	337
5.4.2.11.1 Departamento Caaguazú	337
5.4.2.11.2 Departamento Guairá	338
5.4.2.11.3 Departamento Alto Paraná	340
5.4.2.12 Restos Arqueológicos	341
5.4.2.13 Experiencia con Proyectos Similares	341
5.4.2.14 Conocimiento y Percepción del Proyecto	342

5.4.2.14.1 Departamento Caaguazú	342
5.4.2.14.2 Departamento Guairá	343
5.4.2.14.3 Departamento Alto Paraná	345
5.4.3 Área Directamente Afectada	345
<b>6.0 Análisis de los Impactos Ambientales y Sociales del Proyecto</b>	<b>352</b>
6.1 Identificación y Caracterización de los Impactos	352
6.1.1 Referencia Metodológica General	352
6.1.2 Acciones Impactantes	356
6.1.3 Identificación de Impactos Potenciales y Análisis de los Impactos Resultantes	363
6.1.3.1 Medio Físico	364
6.1.3.2 Medio Biótico	382
6.1.3.3 Medio Socioeconómico	402
<b>7.0 Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)</b>	<b>455</b>
<b>8.0 Conclusión</b>	<b>634</b>
<b>9.0 Referencias Bibliográficas</b>	<b>644</b>
<b>10.0 Equipo Técnico</b>	<b>654</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>Anexo 1 – Listados de Especies de Flora Registrados en los Estudios</b>	
<b>Anexo 2 – Listados de Especies de Fauna Registrados en los Estudios</b>	
<b>Anexo 3 – Panel Fotográfico de las Actividades de Campo Sociales</b>	
<b>Anexo 4 – Plan de Consultas</b>	

## 1.0

### Introducción y Antecedentes

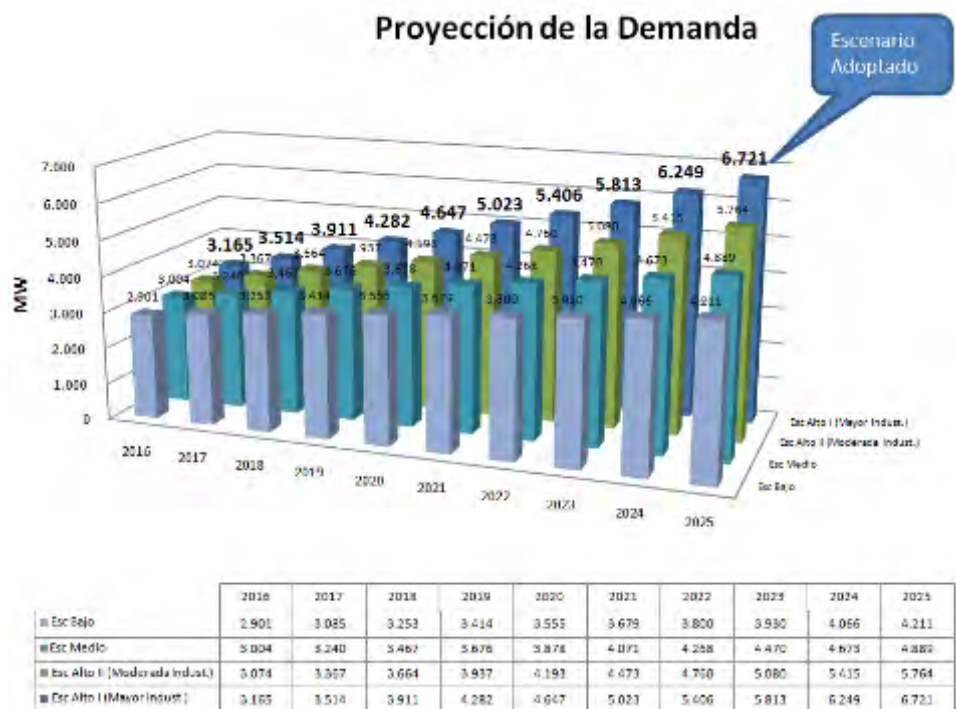
El Plan Maestro de Generación, Transmisión, Distribución y Telemática, Periodo 2016 – 2025, presenta diferentes escenarios referenciales de crecimiento de la demanda por energía eléctrica en Paraguay. Según el Plan, el crecimiento económico a nivel nacional y la evolución de las pérdidas del sistema eléctrico se constituyen en los principales factores que inciden en la evolución de la demanda (ANDE, 2016).

En la **Figura 1.0.a** a continuación se muestran los 4 escenarios referenciales del estudio de la demanda, los cuales, incluyendo a las industrias electrointensivas (IEI), corresponden a:

- Escenario de crecimiento económico alto I, correspondiente a una tasa de crecimiento promedio anual de 8,9%.
- Escenario de crecimiento económico alto II, correspondiente a una tasa de crecimiento promedio anual de 7,4%.
- Escenario de crecimiento económico medio, correspondiente a una tasa de crecimiento promedio anual de 5,8%.
- Escenario de crecimiento económico bajo, correspondiente a una tasa de crecimiento promedio anual de 4,4%.

**Figura 1.0.a**

**Demanda proyectada del SIN utilizada en el Plan Maestro Periodo 2016 – 2025**



Fuente: Plan Maestro de Generación, Transmisión, Distribución y Telemática, Periodo 2016 – 2025 (ANDE, 2016).

Para determinación de las obras de refuerzos requeridas por la red, se adoptó el escenario definido como el Escenario de Crecimiento Económico Alto I 2015-2026, que presenta un crecimiento promedio de 8,9% en la demanda máxima del Sistema. Este porcentaje de crecimiento se refiere al asociado al mercado nacional considerando la inserción al SIN de futuras nuevas industrias electrointensivas, el cual fue finalmente utilizado para el dimensionamiento del SIN.

Dichos escenarios han sido adoptados considerando el crecimiento tendencial de 8,7% de los 5 años anteriores a la elaboración del Plan en energía facturada y 7,4 % en los 10 años anteriores, la influencia de las altas temperaturas en los hábitos de consumo, la demanda insatisfecha por restricciones de transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, así como la necesidad de planificar con ciertos márgenes de seguridad.

Según el Plan Maestro, el elevado crecimiento de los últimos años anteriores a su elaboración puede atribuirse a la reactivación de las actividades industriales, el auge comercial con la construcción de supermercados, shoppings y el fuerte crecimiento de las ventas de equipamientos de hogar. Se destaca que el crecimiento del mercado eléctrico ya no se basa en la incorporación de nuevos clientes (cobertura del 99%) sino principalmente al aumento del consumo medio de energía por vivienda.

En el escenario seleccionado PIB Alto I (con alto crecimiento industrial) se considera que el país ha iniciado un proceso de industrialización.

La recuperación de las expectativas del sector privado, el crecimiento de la clase media alrededor del 50% en los 10 años anteriores al Plan, la inversión pública en infraestructura, la construcción masiva de grandes shoppings y hoteles, asimismo, el continuo crecimiento del sector financiero nacional (alrededor del 12% anual en los 5 años anteriores), constituyen factores significativos para plantear un elevado crecimiento del producto interno bruto en la década de 2020-2030.

La **Tabla 1.0.a** a seguir indica la demanda de todas las IEI ya instaladas y/o con las cuales la ANDE ya ha firmado contrato para el respectivo suministro de energía eléctrica, conforme al Decreto N° 7406, de 04 de octubre de 2011.

**Tabla 1.0.a**

**Demandas de IEI llevadas en consideración en el Plan Maestro Periodo 2016 – 2025**

Demandas Electrointensivas										
Años	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Demanda MW	64	119	161	191	201	206	206	206	206	206
Demanda MWh	481	894	1209	1434	1509	1547	1547	1547	1547	1547

Fuente: Plan Maestro de Generación, Transmisión, Distribución y Telemática, Periodo 2016 – 2025 (ANDE, 2016).

La LT 500 kV Yguazú – Valenzuela objeto de este EIAS es parte del Programa CCLIP PR-o0004, de “Inversiones para promover energía sostenible en Paraguay”. Este programa propone apoyar obras de transmisión en 500 kV conforme el Plan Maestro Periodo 2016 – 2025, el cual fuera aprobado por el Decreto del Poder Ejecutivo N° 7741, de 25/09/2017.

Tales obras de transmisión tienen como objetivo asegurar el debido acompañamiento de la demanda eléctrica y dotar al país de la infraestructura eléctrica necesaria para posibilitar el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica disponible y así dar soporte e impulso a un proceso de industrialización y crecimiento, para así contribuir al desarrollo y al bienestar de su población. Como parte de este proceso, la ANDE se encuentra avanzando hacia la operación totalmente sincronizada e interconectada de las centrales de Itaipu y Yacyreta, para lo cual, resulta fundamental contar con una adecuada red de transmisión en 500 kV, de forma a garantizar una mayor seguridad y confiabilidad de la interconexión, visando la optimización energética y eléctrica de la red nacional, y la creación de mejores condiciones para promover la integración eléctrica regional. Asimismo, el CCLIP buscará apoyar inversiones relevantes en materia de eficiencia energética, por ejemplo, reducción de pérdidas en distribución, y potenciales proyectos piloto de generación renovable no convencional (por ejemplo, solar fotovoltaica).

El proyecto compuesto por la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y Subestaciones (SEs) asociadas representa la primera operación financiada bajo el CCLIP. Los demás proyectos involucrados en el programa son el segundo circuito de la LT 500 kV Margen Derecha – Villa Hayes y el segundo circuito de la LT 500 kV Ayolas – Valenzuela, además de obras de refuerzo en las SEs Emboscada, Villa Hayes y Ayolas.

La construcción de LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y Subestaciones (SEs) asociadas se constituiría en una nueva fuente de alimentación desde la SE Margen Derecha de ITAIPU a través de la SE Yguazú hacia la región metropolitana en ese nivel de tensión, a través de la futura SE Valenzuela que estará ubicada estratégicamente en la zona central de la Región Oriental. Con ello, no solo se incrementaría en el principal centro de consumo del País, la confiabilidad del servicio y la disponibilidad de potencia y energía proveniente de la Central Hidroeléctrica (CH) ITAIPU, sino que también lo haría en la región centro a través de la SE Valenzuela, en donde estaría confluyendo con la LT 500 kV Ayolas - Valenzuela.

## 2.0

### Descripción del Proyecto

A continuación, se describen las principales características del proyecto en estudio, con énfasis en el análisis de los aspectos más pertinentes para la evaluación del impacto ambiental. Esta caracterización incluye las características y los procedimientos técnicos y de construcción del proyecto.

El objeto de este EIAS consiste en la Línea de Transmisión (LT) de 500 kV Yguazú – Valenzuela y en las áreas de construcción de las dos subestaciones (SE) asociadas (SE Yguazú y SE Valenzuela).

La LT de 500 kV Yguazú – Valenzuela es una línea de Primer Circuito, con extensión de 197,7 km. Su origen está en la futura Subestación (SE) Valenzuela, en 500/220/23kV (600 MVA), localizada en el distrito de Valenzuela, Departamento de Cordillera; y su llegada está en la futura SE Yguazú, en el distrito de Yguazú, Departamento de Alto Paraná.

### 2.1

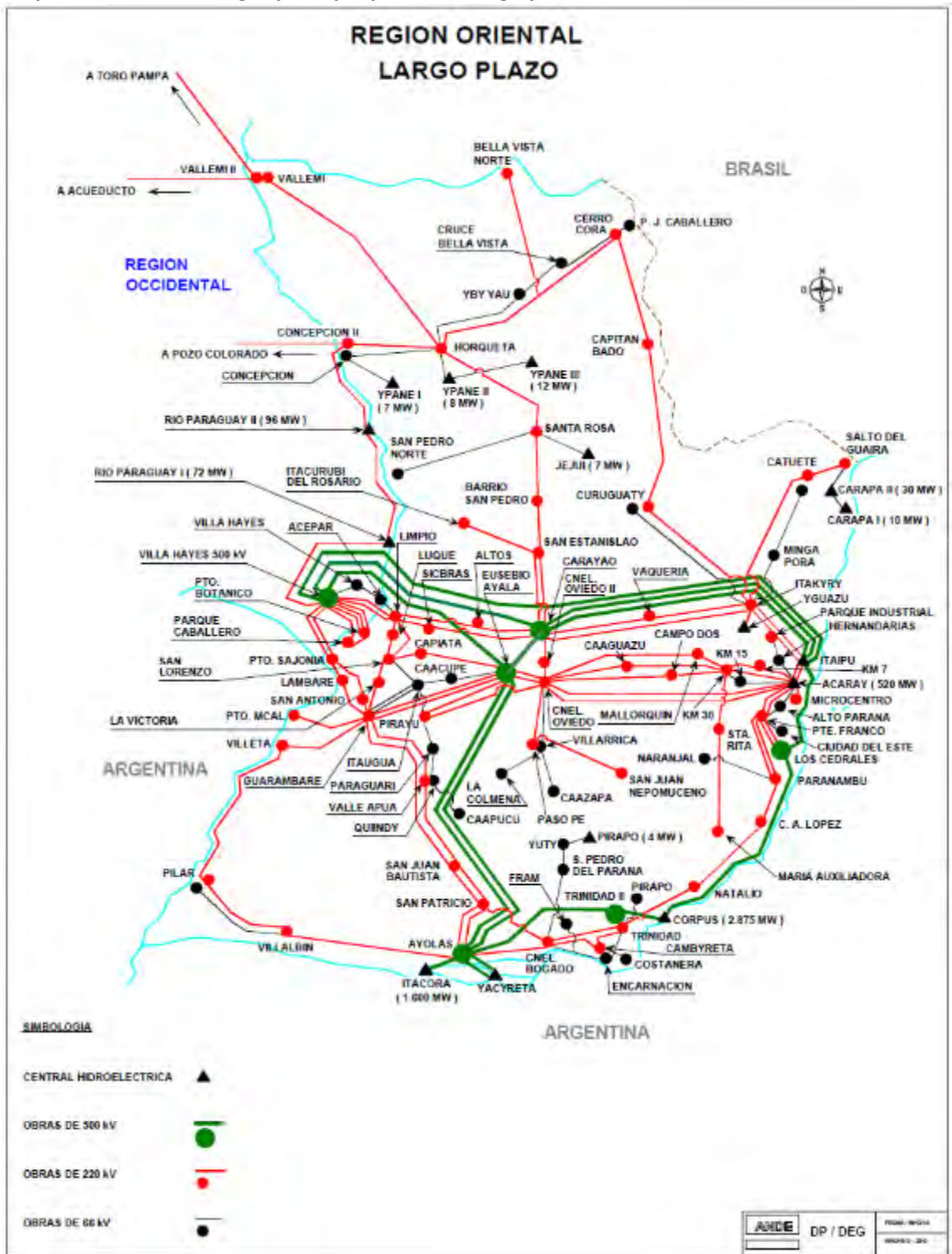
#### Inserción del Proyecto en el Marco Institucional del Sector Eléctrico y Justificativas para su Implantación

Según el Plan Maestro de Generación y Transmisión (2014 – 2023), el análisis de la operación actual del sistema de transmisión de Paraguay y la evaluación de su desempeño ante contingencias en el futuro - condiciones durante las cuales el sistema operaría con una red exclusivamente en 220 kV - presentaría altos niveles de pérdidas de transmisión, elevados requerimientos de compensación reactiva y aumentos en los cortes de carga, todos claros indicadores de la necesidad de reforzar con líneas en 500 kV la red de transmisión nacional.

La implementación de una red de 500 kV es fundamental con vistas a asegurar la disponibilidad de energía eléctrica en el largo plazo en los distintos puntos del país, tanto en calidad como cantidad, de manera de fomentar el desarrollo y el bienestar nacional mediante la plena utilización de sus recursos hidroeléctricos.

En la **Figura 2.1.a** siguiente se presenta el Mapa Eléctrico del País, incluyendo los proyectos de largo plazo, donde se observa el tronco de transmisión con la red de 500 kV planeada para atender el crecimiento de la demanda nacional.

Figura 2.1.a  
 Mapa eléctrico de Paraguay con proyectos de largo plazo



Fuente: Plan Maestro de Generación y Transmisión (2014 – 2023).

Sobre la base de los estudios disponibles (Estudio de Optimización del Sistema Principal de Transmisión de la ANDE, del año 2006, elaborado por ANDE y ELETROBRAS y estudio elaborado por la consultora Leme Engenharia para la ampliación de transmisión del sistema eléctrico nacional), este conjunto de obras permitirá asimismo la optimización de la operación interconectada de las Centrales de Itaipú y Yacyretá.

Según el Plan de Obras presentado en el Plan Maestro de Generación y Transmisión (2014 – 2023), el conjunto de obras de 500 kV de gran envergadura planeado incluye las siguientes obras:

- LT 500 kV Yacyretá – Ayolas, segunda línea (16 km), con una capacidad de 2000 MVA, (año 2016).
- LT 500 kV Ayolas – Villa Hayes (347 km) con una capacidad de 2000 MVA, y ampliación de la Subestación Villa Hayes con la instalación de un banco de transformadores de 500/220 kV - 600 MVA adicional (año 2016).
- LT 500 kV Margen Derecha – Los Cedrales (25 km) con una capacidad de 2000 MVA, y Subestación Los Cedrales 500 kV con una capacidad de transformación 500/220 kV inicial de 2 x 600MVA, totalizando 1200 MVA (año 2017).
- LT 500 kV Ayolas – Trinidad II (129 km) con una capacidad de 2000 MVA, y la Subestación Trinidad II 500 kV con una capacidad de transformación 500/220 kV inicial de 600 MVA (año 2017).
- Seccionamiento de la LT 500 kV Ayolas – Villa Hayes y construcción de la Subestación Eusebio Ayala 500 kV con una capacidad de transformación 500/220 kV inicial de 600 MVA (año 2018). Seccionamiento de la LT 220 kV doble terna Coronel Oviedo – Guarambaré.
- LT 500 kV Margen Derecha – Villa Hayes, segunda línea (348 km) con una capacidad de 2000 MVA (año 2019).
- Subestación Villa Hayes, montaje del cuarto banco de autotransformadores 500/220 kV - 600 MVA adicional (año 2020).
- Subestación Eusebio Ayala, montaje del segundo banco de autotransformadores 500/220 kV - 600 MVA adicional (año 2020).
- Subestación Ayolas, montaje del tercer banco de autotransformadores 500/220 kV - 375 MVA (año 2020).
- LT 500 kV Ayolas – Eusebio Ayala, segunda línea (225 km) con una capacidad de 2000 MVA (año 2022).
- Subestación Carayao, construcción de patio en 500 kV y montaje de dos bancos de autotransformadores con una capacidad de transformación 500/220 kV inicial de (2 x 600) MVA, totalizando 1200 MVA (año 2023).
- Línea 500 kV Margen Derecha – Carayao (210 km), con una capacidad de 2000 MVA, y posición correspondiente. Además, seccionamiento de la segunda línea de 500 kV Margen Derecha - Villa Hayes en la Subestación Carayao (año 2023).

La LT 500 kV Yguazú – Valenzuela forma parte de este conjunto de obras y se implementará específicamente para contribuir a que el sistema tenga capacidad suficiente para la plena utilización de los recursos hidroeléctricos de Itaipú y Yacyretá.



## 2.2

### Descripción del Proyecto - Línea de Transmisión de 500 kV

El objetivo del presente estudio, es obtener la Declaración de Impacto Ambiental para la implementación del proyecto de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y sus Subestaciones asociadas (SE Yguazú y SE Valenzuela), ubicado en los Departamentos de Cordillera, Caaguazú, Guairá y Alto Paraná.

El sistema de transmisión consistirá fundamentalmente en línea de transmisión aérea de doble terna con una extensión total aproximada de 197,7 km, en tensión de 500 kV, y dos SE asociadas. Su trazo atraviesa territorios de los distritos listados en la **Tabla 2.2.a** (ver **Mapa 2.2.a - Mapa de Localización del Proyecto**). En la **Tabla 2.2.b** se presentan las coordenadas de las subestaciones y de los vértices del trazo preferencial de la LT, que deben confirmarse cuando se desarrolle el Proyecto Ejecutivo.

**Tabla 2.2.a**

**Distritos cruzados por el trazo de la LT**

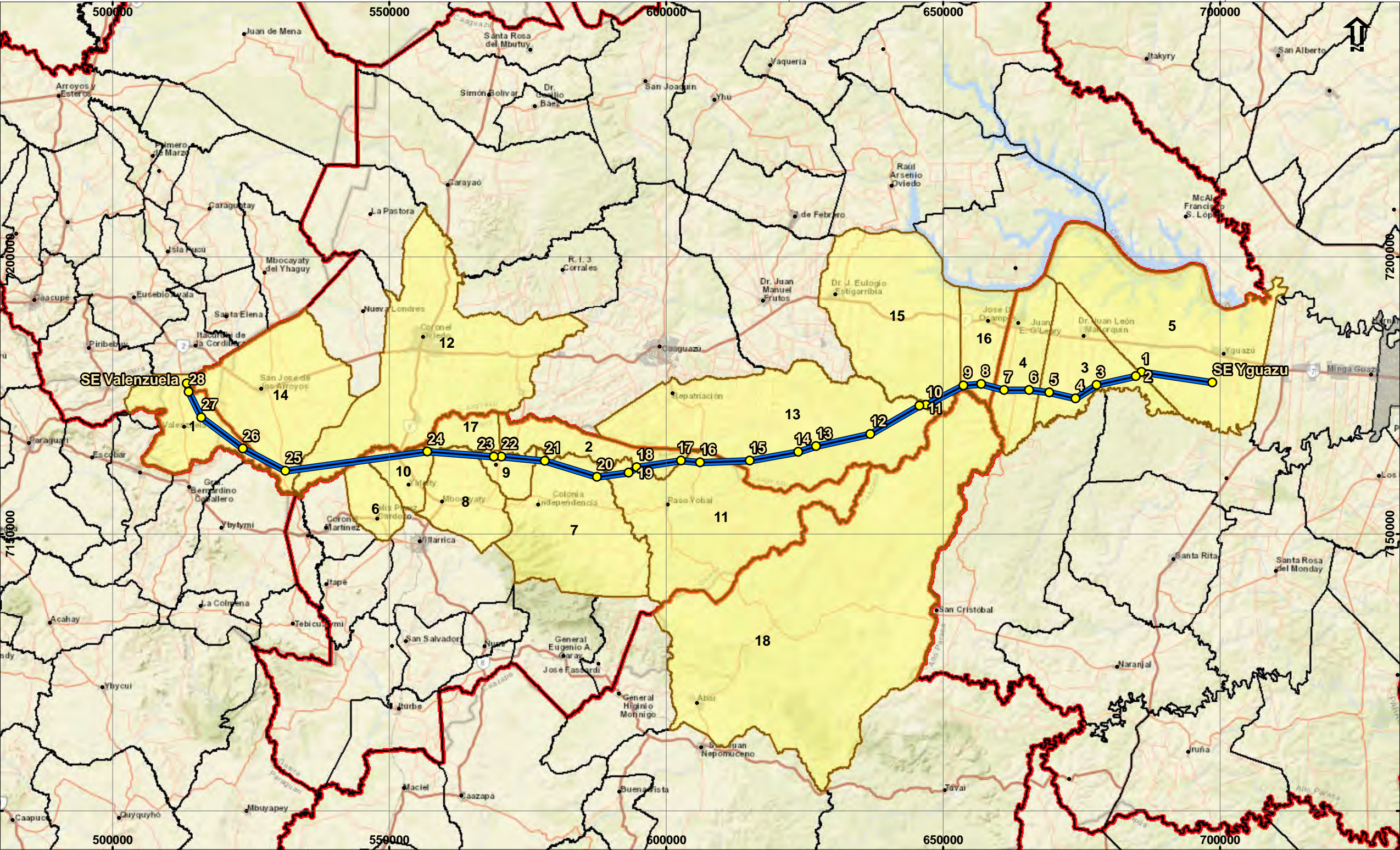
Departamento	Distrito
Cordillera	Valenzuela
Caaguazú	San José de los Arroyos
	Coronel Oviedo
	José Domingo Ocampos
	Dr. J. Eulogio Estigarribia
	Repatriación
Guairá	Félix Pérez Cardozo
	Yataity
	Mbocayaty
	Natalicio Talavera
	Independencia
	Paso Yobai
	Capitán Mauricio José Troche
Alto Paraná	Juan Emilio O'Leary
	Doctor Juan León Mallorquín
	Yguazú

**Tabla 2.2.b**

**Coordenadas de las SEs y vértices del trazo preferencial de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela**

Coordenadas UTM (WGS 84 - UTM Fuso 21 S)		
Vértice	UTM E	UTM N
SE Yguazu	698670	7177300
1	685835	7179180
2	684815	7178445
3	677745	7176860
4	673945	7174415





- Legenda**
- Ciudades
  - Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Distritos interceptados por el trazo
  - Sedes de Los distritos
  - Distritos
  - Departamentos

LEGENDA	NOME	LEGENDA	NOME
1	VALENZUELA	10	YATAITY
2	CAPITÁN MAURICIO JOSÉ TROCHE	11	PASO YOBAI
3	DR. JUAN LEÓN MALLORQUÍN	12	CORONEL OVIEDO
4	JUAN E. O'LEARY	13	REPATRIACIÓN
5	YGUAZÚ	14	SAN JOSÉ DE LOS ARROYOS
6	FÉLIX PÉREZ CARDOZO	15	DR. J. EULOGIO ESTIGARRIBIA
7	INDEPENDENCIA	16	JOSÉ DOMINGO OCAMPOS
8	MBOCAYATY	17	DOCTOR BOTTRELL
9	NATALICIO TALAVERA	18	ABAÍ

Responsable:

Resp: Renata Cristina Moretti nº CREA - 5060276362

JGP

Escala Gráfica

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: Base Opem Street Map / CartoDB · Datasets by Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos

Ciente:

Proyecto

Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)  
LT 500 kV Yguazú - Valenzuela

Mapa 2.2.a

Mapa de Localización del Proyecto

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:750.000	LT 500 kV Iguazú - Valenzuela	Ø

Consultoria e Participações Ltda.



**Tabla 2.2.b**  
**Coordenadas de las SEs y vértices del trazo preferencial de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela**

Coordenadas UTM (WGS 84 - UTM Fuso 21 S)		
Vértice	UTM E	UTM N
5	669200	7175490
6	665560	7175920
7	661020	7175910
8	656880	7177020
9	653710	7176760
10	646925	7173225
11	645735	7173070
12	636875	7167980
13	627055	7165770
14	623880	7164770
15	615120	7163165
16	606130	7162870
17	602715	7163175
18	594715	7161970
19	593235	7161020
20	587485	7160230
21	578070	7163120
22	570270	7163895
23	568870	7163890
24	556850	7164795
25	531237	7161350
26	523545	7165340
27	516065	7170955
28	513735	7175580
SE Valenzuela	513425	7177110

Las principales características eléctricas de la LT son resumidas en la **Tabla 2.2.c**, que se presenta a continuación.

Cabe señalar que estos datos se refieren a estimaciones basadas en la etapa actual del desarrollo del proyecto, y está sujeto a ajustes en el diseño detallado.

**Tabla 2.2.c**

**Características Técnicas Generales de LT 500 kV Yguazú – Valenzuela**

Ítem	Información técnica de la Línea de Transmisión			
1	Longitud (km)	197,7 km		
2	Conductor	Cuatro conductores por fase tipo ACSR 636 MCM – ROOK (24/7), sección nominal de 322,3 mm²		
4	Contrapeso – puesta a tierra	Contrapeso de hilo de acero-cobre, diámetro 5,19 mm, sección nominal de 21 mm², conductividad 30%, masa unitaria de 0,172 Kg/m, en disposición radial.		
5	Estructuras			
5.1	Tipos	AP1 (Suspensión).	AP2 (Suspensión Pesada)	AP2T (Transposición)
		AP3 (Anclaje hasta 30°).	AP4 (Anclaje hasta 60° - Remate)	
5.2	Vano medio (m)	425 m		
5.3	Cantidad de Torres/km	2,35 torres/km		
6	Ancho de la Franja de Servidumbre	70 m		
7	Aisladores			
7.1	Tipo	Aisladores de Disco (vidrio templado)		
7.2	Resistencia Electromecánica	120 kN		
7.3	Cantidad (cadena de suspensión)	24 aisladores por cadena		
7.4	Cantidad (cadena de anclaje)	25 aisladores por cadena		
8	Área de limpieza para implantación de cada torre	2500 m² (50 m x 50 m)		
9	Capacidad de transmisión			
9.1	SIL (MVA)	2215 MVA a 65°C de temperatura del conductor y 30° de temperatura ambiente		
10	Fundaciones			
10.1	Bloques (excavación m³)/Torre	40 m³ / Torre		

**2.2.1**

**Franja de Servidumbre**

La franja de servidumbre de la línea de transmisión está normada y establecida en el Código Nacional de Electricidad – CNE (Suministro 2011), en la Regla 219.B Requerimientos de la Faja de Servidumbre, aprobado por la R.M. N° 214-2011-MEM/DM.

Las franjas de servidumbre en líneas aéreas se establecen con el propósito de brindar facilidades para la instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de las empresas concesionarias, así como también para salvaguardar la seguridad pública, es decir, la integridad física de las personas y bienes, frente a situaciones de riesgo eléctrico-mecánico.

Según el Suministro 2011, el Ministerio de Energía y Minas impondrá servidumbres respecto de bienes de dominio privado, bien sea de propiedad particular o estatal. Estos incluyen: vías públicas, plazas, parques, infraestructura vial, vías férreas, estacionamiento de vehículos, caminos, veredas, paraderos peatonales, puentes peatonales, alamedas, bancas, pérgolas, glorietas, miradores, piletas, parques temáticos, y otras edificaciones decorativas, lozas deportivas, mobiliario para ejercicios físicos, tanques o reservorios de agua, casetas de bombeo, canales de irrigación, baños o servicios higiénicos públicos, casetas de seguridad, y torres de vigilancia. Los concesionarios están obligados a velar por el cumplimiento de las distancias de seguridad indicadas en la Sección 23 del CNE.

Los anchos mínimos de la franja de servidumbre establecidos por el Suministro 2011 son indicados en la **Tabla 2.2.1.a**.

**Tabla 2.2.1.a**

**Anchos mínimos de la franja de servidumbre**

Tensión nominal de la línea (kV)	Ancho (m)
10 – 15	6
20 – 36	11
50 – 70	16
115 – 145	20
220	25
500	64

Fuente: Tabla 219 del Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).

La Ley N° 976/1982 determina que las zonas de seguridad y servicio serán de 110 m de ancho para las LTs de 500 kV. Sin embargo, se promulgará una Ley específica para la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela, estableciendo una franja de servidumbre de 70 m de ancho, 35 m para cada lado del eje. Considerando el ancho de 70 m a lo largo de los 197,7 km de extensión, la franja de servidumbre tendrá un área total de 1.383,9 ha o 13,783 km<sup>2</sup>.

Los valores máximos de campos eléctricos y magnéticos y ruido audible para cumplir con la normatividad paraguaya o internacional (la más restrictiva) son los indicados en la **Tabla 2.2.1.b**.

**Tabla 2.2.1.b**

**Valores de campos eléctrico y magnético y ruido audible**

Parámetros	Valores Máximos en el Límite de la Franja
Intensidad de Campo Eléctrico	5 kV/m
Densidad de Flujo Magnético	100 $\mu$ T
Ruido Audible	45 dB(A) noturno 55 dB (A) diurno

### 2.2.2

#### Torres y Tipos de Fundaciones

Para la construcción de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela se estima inicialmente que se utilizará un total de aproximadamente 465 torres de acero galvanizado, considerando la distancia media entre torres de 425 m. Se utilizarán solo torres de tipo autoportantes.

Teniendo en cuenta la experiencia con otros proyectos de LTs de 500 kV, se prevé un área promedio que será ocupada por la base de las torres autoportantes de 2500 m<sup>2</sup> (50 x 50 m), que incluye el área de excavación de los cimientos más una faja mínima en el entorno que no se debe utilizar permanentemente, para garantizar la seguridad de la estructura.

La vegetación no se eliminará en todo el ancho de la franja de servidumbre, sino solo en una faja de 6 m de ancho en el centro de la franja, siempre que no existan árboles de altura que pudieran producir daños a las instalaciones en caso de caída. Esta franja de servicio, se utilizará para el acceso y para el lanzamiento de los cables. Debido al hecho de que la región del proyecto tiene una topografía plana, en los trechos de cruce de bosques se adoptarán torres más altas, para que en lo posible se reduzca al mínimo la necesidad de corte de la vegetación..

Para reducir al mínimo el movimiento de tierras en las situaciones de implantación de torres en terrenos desnivelados, se utilizarán torres con patas desniveladas, como el ejemplo que se muestra en la **Figura 2.2.2.a** siguiente.

**Figura 2.2.2.a**

**Ejemplos de torre construida en terreno irregular: patas desniveladas**





Cada torre tendrá cuatro fundaciones cuadradas de 3.5 m x 3.5 m, con profundidad de 2.5 m, uno en cada pata, haciendo un volumen de excavación de 40 m<sup>3</sup>, por torre. Estos bloques serán armados y rellenos con hormigón premezclado. El volumen de hormigón para las fundaciones de cada torre se estima en 24 m<sup>3</sup>.

Las torres autoportantes tendrán cuatro cimientos de hormigón, uno en cada pie. El tamaño de la excavación y sus cimientos dependerán del tipo de torre y las características del suelo que se encuentren donde se construirá la estructura.

El material resultante de excavación de los cimientos se utilizará para rellenar la base de la fundación y el material restante debe ser colocado sobre el suelo, alrededor de las fundaciones, y compactado, respetando la conformación natural de la tierra y los límites permitidos de la deforestación.

En el caso de que el material extraído por la excavación no sea apto para el relleno y compactación de la fundación de la torre, este material debe ser depositado en un área adecuada, previamente identificada.

### 2.2.3

#### Cables, Aisladores y Alambre de Contrapeso

Cables conductores: serán utilizados como conductores de energía eléctrica cables de tipo ROK 636 MCM- Rook, cableado 24/7, 4 conductores por fase.

Cables de pararrayos: serán utilizados para proteger y asegurar un buen desempeño en cuanto al transporte de energía frente a situaciones de descargas atmosféricas (rayos), producido por el choque de grandes masas de nubes cargadas eléctricamente de polos opuestos. Los cables a utilizarse serán del tipo acero zincado, diámetro 9,52mm (3/8" EHS), 7 hilos, en toda la extensión de la línea, excepto en el trecho de la salida y llegada a las subestaciones con extensión aproximada de 20 km donde el cable pararrayo será del tipo CAA, 176,9 MCM, formación 12/7, DOTTEREL. El otro hilo de guardia será tipo OPGW, con 36 fibras ópticas, en toda su extensión.

Aisladores: los conductores de energía requieren ser aislados con respecto a las estructuras de las torres metálicas, para evitar fugas hacia la puesta a tierra.

Por lo tanto, deben utilizarse aisladores de disco, debidamente fijados a las estructuras de las torres, de manera que los conductores se suspendan en el aire por medio de la cadena de aisladores que están fijados en la estructura de la torre de alta tensión.

La especificación técnica del aislador es que la carga mecánica de ruptura o nominal (CMN) no deberá ser menor de 120 kN.

Cable de contrapeso: el propósito de los cables de contrapeso es el de proporcionar un medio de desfogue de las descargas atmosféricas (rayo) o sobretensiones por la operación del sistema eléctrico.

Por lo tanto, es importante que el sistema de aterramiento esté adecuadamente instalado conforme al diseño de ingeniería.

### 2.2.4

#### Número de Circuitos y Fases

La Línea de transmisión en 500 kV está diseñada en doble circuito trifásico, con cuatro conductores por fase, tipo de conductor ROK 636 MCM- Rook, cableado 24/7.

### 2.2.5

#### Distancias de Seguridad

Las distancias de seguridad están establecidas en el Código Nacional de Electricidad - CNE (Suministro), aprobado por la norma legal R.M Nº 214-2011-MEM/DM, en Sección 23.



Según el CNE (Tabla 232-1a) para LTs de 500 kV se deben respetar las distancias verticales de seguridad presentadas en la **Tabla 2.2.5.a**.

**Tabla 2.2.5.a**

**Distancias Mínimas de Seguridad según Código Nacional de Electricidad (Suministro)**

Obstáculo	Distância Vertical Mínima para LT de 500 kV Altitud hasta 1.000 m.s.n.m.
Al cruce de vías de ferrocarril	13,5
Al cruce y a lo largo de carreteras, avenidas y calles	12,0
Al cruce y a lo largo de calles y caminos rurales	11,0
A áreas no transitadas por vehículos	9,0
Sobre el nivel más alto de río no navegable	11,5
A terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	11,0

## 2.3

### Subestaciones Yguazú y Valenzuela

Como se mencionó, parte del objeto de la Declaración de Impacto Ambiental es la construcción de las Subestaciones (SE) Yguazú y Valenzuela, en ambos extremos de la LT.

La SE Yguazú 500/220/23 kV está ubicada en el Distrito de Yguazú, Departamento de Alto Paraná. El acceso al área se puede hacer a través de la Ruta 7 seguida de un camino rural. El acceso a esta SE desde la Ruta 7 se encuentra a unos 10 km al oeste de la sede del distrito de Yguazú.

Todavía no se ha definido el sitio exacto de ubicación de la SE Yguazú, pero en la inspección de campo se observó que el terreno donde debe implementarse la SE actualmente está ocupado por plantaciones de avena.

La SE Valenzuela 500/220/23 kV está ubicada en el Distrito de Valenzuela, Departamento de Cordillera. El acceso al área se puede hacer a través de la Ruta Itacurubi - Valenzuela. El sitio de la SE encuentra a unos 8,5 al norte de la sede del distrito de Valenzuela.

Tampoco se ha definido el sitio exacto de ubicación de la SE Valenzuela, pero en la inspección de campo se observó que el terreno donde debe implementarse la SE actualmente está ocupado por vegetación nativa (Sabana).

## 2.4

### Directrices para el Proyecto Ejecutivo

La directriz de trazo para la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela se definió de acuerdo con el Estudio de Alternativas de Trazo presentado en el **Capítulo 4.0**.

El plan detallado para el desarrollo del proyecto de ingeniería tendrá en cuenta, cuando proceda, las siguientes condiciones técnicas:

- En los vértices, se adoptará el ángulo máximo de 60°;
- Los puntos con cambios de dirección se ubicarán preferentemente en puntos más altos;
- Los puntos con cambios de dirección se ubicarán preferentemente en áreas con buena capacidad de suelo;
- Se evitarán en lo posible las áreas de terreno que requieren altos costos en cimientos especiales o en pendientes pronunciadas;
- Se evitará la ubicación de los puntos de inflexión sobre infraestructuras como: carreteras, vías fluviales, viviendas.

Es necesario precisar que en los detalles que se consideren en la elaboración del proyecto de ingeniería, existirán pequeñas variaciones en relación al trazo propuesto. Se tendrá en cuenta que estas variaciones sean mínimas y no invaliden la evaluación ambiental llevada a cabo. Se evitará que estas variaciones impliquen cualquier intensificación de los impactos ambientales negativos previstos o den lugar a impactos ambientales negativos no previstos.

#### Medidas de Seguridad

Todas las estructuras metálicas, incluyendo cercas, deben contar con un sistema de puesta a tierra permanente, cuyos valores deben ser monitoreados periódicamente para garantizar la integridad física de los trabajadores.

El sistema de protección de la subestación será controlado por relés de protección diferencial de línea, relés de protección diferencial de barras, relés de tensión y corriente, todos programados para realizar en tiempo real las pruebas para la identificación y corrección de fallas debido a las acciones de maniobra, los impulsos o las condiciones meteorológicas.

## **2.5**

### **Aspectos Constructivos**

A continuación se describen los principales aspectos constructivos a ser empleados en la implantación de la LT y de las SEs Yguazú e Valenzuela, con énfasis en las actividades de mayor potencial impactante. Esta descripción abarca solamente los procedimientos ejecutivos normalizados para obras de implantación de líneas de transmisión y subestaciones, excluyendo las tareas complementarias y/o la adecuación de los procedimientos para efectos de mitigación de impactos, que se especificarán de forma detallada en la descripción de los programa y medidas de prevención, mitigación y compensación (véase el PGAS en el **Capítulo 7.0**).

Para la evaluación de impactos, se agrupan las actividades de implementación del proyecto de la siguiente manera:



### Servicios Preliminares

- Estudios topográficos;
- Delimitación de la franja de servidumbre;
- Servicios preliminares de corte y limpieza de vegetación.

### Obras civiles

- Implementación de caminos de acceso;
- Ejecución de los cimientos.

### Montaje Electromecánico

- Montaje de las estructuras;
- Instalación de cables conductores, pararrayos y accesorios.

### Desmovilización y Recuperación de Obra

### Operación y Mantenimiento

Los ítems a continuación describen sucintamente los aspectos más relevantes de cada una de estas actividades.

#### **2.5.1**

#### **Servicios Preliminares**

##### Estudios Topográficos

Los servicios topográficos incluyen levantamientos de campo necesarios para el desarrollo del proyecto, incluyendo los detalles de la directriz de trazo, con la ubicación definitiva del eje de la línea de transmisión y la ubicación final de las torres. La topografía es también responsable de definir la ubicación del área de construcción de las Subestaciones Yguazú y Valenzuela.

El equipo de topografía prestará apoyo a los demás equipos durante todo el periodo de ejecución de la obra.

Los propietarios dentro de las áreas de proyección de la franja de servidumbre a ser implantada deberán ser notificados antes del inicio de los servicios topográficos. Los servicios de topografía deberán ajustarse a condicionantes ambientales, para así minimizar impactos adicionales a los ya relacionados a la construcción de la LT.

### Delimitación de la Franja de Servidumbre

Los propietarios y usuarios de la tierra afectados serán contactados para solicitar permiso para el paso de la línea de transmisión y para la ejecución de los levantamientos topográficos. Las áreas ubicadas en la proyección de la franja de servidumbre serán consideradas en régimen de servicio.

La compensación a los propietarios afectados por la franja de servidumbre se hará de acuerdo con la Instrucción de Procedimiento ISE-29 de ANDE, referente a la Liberación de Franja de Servidumbre de Electroducto a Constituirse, y de conformidad con el Plan de Reasentamiento, Compensaciones y Restauración de Medios de Vida detallado en PGAS (**Capítulo 7.0**), que cumple con la legislación paraguaya y las salvaguardas del BID.

Las diferentes etapas de desarrollo del proceso de delimitación de la franja de servidumbre están descritas a continuación:

- Definición del trazo de la línea por la Sección Topografía del Departamento de Topografía de ANDE;
- Primer contacto con los propietarios afectados, comunicación sobre el proyecto y obtención de autorización del propietario para ingreso al inmueble afectado;
- Realización de los estudios de suelos en el eje del trazo de línea de transmisión;
- Emisión del plan del trazo final aprobado;
- Realización del Registro Técnico Catastral de propiedades;
- Realización del Diagnóstico Socioeconómico de afectados con necesidad de reasentamiento;
- Avalúo de Terrenos y Mejoras afectados;
- Realización de acuerdos con los propietarios;
- Pago de las indemnizaciones.

Todas las negociaciones con los propietarios se llevarán a cabo a modo de asegurar la realización de acuerdos para el pago de las indemnizaciones debidas. La liberación de las áreas para la ejecución de la línea de transmisión será simultánea al acuerdo de indemnización.

Cualquier caso de controversia se decidirá mediante acciones judiciales, o estarán sujetos a procesos de expropiación con fines públicos.

### Servicios preliminares de corte y limpieza de vegetación

Los servicios preliminares de corte y limpieza de la vegetación se constituyen en el conjunto de operaciones destinadas a limpiar las áreas de caminos de acceso, lugares de implantación de las torres, las áreas de construcción de las SEs Yguazú y Valenzuela y si fueran necesarios también los sitios de instalación de campamentos de obras.

Le eliminación de la vegetación consiste en la tala de árboles y arbustos de cualquier tamaño, el corte y eliminación de las ramas. En los nuevos caminos de acceso a implementarse, la eliminación comprende también las acciones de excavación y retiro total de troncos de árboles con diámetro

superior a 30,0 cm y las raíces.

La secuencia de ejecución de los trabajos será la siguiente:

- Corte, limpieza y eliminación de la vegetación para apertura de caminos de acceso;
- Eliminación de la vegetación en las áreas de implantación de las torres, las cuales por su propia dimensión también servirán como áreas de montaje;
- Eliminación de vegetación en la faja de servidumbre, para las actividades de topografía, lanzamiento de cables de la línea de transmisión y para la circulación. La franja de servidumbre tendrá 70 m de ancho, pero la limpieza de vegetación se hará en una franja de apenas 6 m de ancho en lo posible, en el centro de la servidumbre, permitiendo el lanzamiento de los cables, la circulación y el mantenimiento futuro de la LT. Las áreas en que la franja intercepta vegetación de baja altura, se realizará solo una poda selectiva y corte de árboles aislados que puedan colocar en riesgo la seguridad de la LT. Las áreas donde la faja intercepta vegetación de mayor tamaño, donde no se cumple la distancia mínima permitida entre los cables conductores y la vegetación, se debe adoptar torres más altas.
- Las operaciones de eliminación de vegetación y troncos serán ejecutadas mediante el uso de equipos adecuados y autorizados por los organismos ambientales. La remoción de los arboles mencionado anteriormente serán efectuadas en forma cuidadosa y tomando en cuenta lo siguiente:
  - La intervención para la eliminación de la vegetación nativa será hecha mediante autorización de los propietarios y dentro de los límites y condiciones aprobados por el órgano ambiental competente;
  - Los servicios de eliminación de la vegetación y de troncos se limitarán a las áreas previamente autorizadas, de manera selectiva, con la demarcación de los árboles a eliminar;
  - Antes del inicio de los trabajos se hará una orientación a los encargados de los frentes de obra sobre las áreas autorizadas para la eliminación de la vegetación;
  - El corte de árboles será hecho en sentido opuesto al cuerpo de árboles, con el fin de evitar la caída innecesaria de otros árboles;
  - Los arboles adyacentes a la franja de servidumbre y que por su tamaño o estado representen una situación de riesgo a la operación y mantenimiento de la LT, se eliminarán previamente;
  - La madera resultante del corte quedará a disposición para el uso del propietario del área;
  - El material de ramas deberá ser trozado y esparcido en áreas definidas previamente e informadas al órgano ambiental para luego ser eliminadas como deshecho vegetal.

## 2.5.2

### Obras Civiles

#### Implementación de nuevos caminos de acceso o mejoras a caminos existentes

Los caminos de acceso necesarios para la construcción de la LT y de las SEs Yguazú y Valenzuela englobarán tanto las vías especialmente construidas como aquellas de la red vial existente. Estas serán utilizadas para permitir el tránsito de equipos y vehículos para la obra, con la finalidad de interconectar los accesos existentes a los frentes de trabajo. En esta LT, donde las condiciones de relieve son favorables, se utilizará para acceso principalmente la franja de servicio de 6 m en el centro de la franja de servidumbre.

Los accesos provisionales serán estructurados para soportar el tráfico de vehículos y equipos para las obras durante el periodo de ejecución de las mismas. Algunos caminos de acceso se mantendrán en la fase de operación del sistema, posibilitando el tráfico de vehículos y para las actividades de mantenimiento.

Los accesos serán planificados de manera a optimizar el uso de caminos existentes y de la franja de servicio. En el caso de necesidad de construcción de tramos de nuevos accesos fuera de la servidumbre, se emplearán procedimientos de control ambiental para evitar la deforestación, erosión, sedimentación en los cursos de agua y causar el mínimo impacto ambiental posible.

La construcción de la LT se basará en las Rutas 2 y 7, y en caminos de tierra existentes que conectan estas Rutas con los frentes de trabajo. Puede ser necesario construir algunas secciones de nuevos caminos para acceder a todas las torres. Sin embargo, como ya mencionado, debido a la condición topográfica favorable de la región de implementación de la LT, este acceso puede hacerse por la franja de servidumbre en la mayor parte del trazo.

La ejecución de los caminos de acceso, cuando sea necesario, contemplará las actividades preliminares de deforestación, extracción y limpieza descritas anteriormente, así como la uniformización del sub-suelo con el fin de conformar la capa final de terraplén, asegurando condiciones adecuadas en términos geométricos y de compactación. Para ello se utilizarán cuando sea necesario excavadoras, tractores con discos, cargadores frontales y camiones basculantes. Los caminos deberán poseer las condiciones de pendiente, desarrollo y drenaje necesario para el uso adecuado de los equipos y vehículos. El ancho máximo será de 6 m. Los caminos serán adecuadamente mantenidos a lo largo de la fase de construcción de la LT.

La uniformización del sub-suelo, cuando sea necesario, comprenderá las siguientes actividades:

- Escarificación y conformación, cuyo trabajo se orientará por hitos topográficos;
- Homogenización y rocío con agua de suelos secos con equipo de discos movida por tractor agrícola;
- Corrección y homogenización del contenido de humedad del suelo;
- Compactación.

Para la implementación de accesos serán adoptados los siguientes procedimientos de preservación ambiental:

- En la ejecución de las actividades de terraplenado serán consideradas las debilidades de los suelos locales, para así minimizar los impactos ambientales;
- Los caminos de acceso solamente serán ejecutados con seguimiento y supervisión ambiental;
- El corte y relleno de taludes resultantes de los trabajos de terraplenado para la apertura de vías de acceso serán constantemente monitoreadas durante el periodo de obras, siendo permanente la adopción de medidas de control de erosión así como tratamiento de las escorrentías de las aguas pluviales;
- Al término de las obras, se adoptarán medidas permanentes de protección de taludes contra la erosión, mediante la implementación de dispositivos de drenaje y protección superficial con cobertura vegetal;
- Las vías de acceso serán permanentemente conservadas durante el periodo de obras;
- Para las vías existentes a utilizarse, es necesario tener un plan de conservación, para así garantizar las condiciones de transitabilidad y seguridad;
- Las vías de acceso tendrán sistemas provisionales de drenaje superficial, el cual minimizará los procesos erosivos y el acarreo de materiales de los accesos para áreas adyacentes, y también la acumulación de agua en la superficie de los accesos;
- Las travesías de drenajes perennes o intermitentes serán provistas con dimensiones adecuadas para la contribución aportada por la cuenca;
- Los accesos proyectados para la ejecución de obras, que no serán utilizados posteriormente para el mantenimiento del sistema, tendrán sus condiciones originales restituidas, inclusive con la recomposición de cobertura vegetal compatible con la vegetación local;
- Los accesos que serán utilizados para dar mantenimiento a la LT y las SEs en la etapa de operación, principalmente a lo largo de la faja de servidumbre, deberán ser de uso controlado.

#### Ejecución de los cimientos

La ejecución de los cimientos previstos en el proyecto de la LT y de las SEs Yguazú y Valenzuela tiene como condicionantes principales la solicitud de esfuerzos y el tipo de suelo del lugar. Los principales procedimientos de construcción son descritos detalladamente a continuación:

#### *Excavación de zanjas*

Se realizará la excavación de las zanjas de los cimientos de acuerdo con las dimensiones, cotas y pendientes indicadas en el proyecto.

La excavación comprende la eliminación de los diferentes tipos de suelos, desde la superficie del terreno hasta la cota indicada en el proyecto.

El material excavado que pueda ser utilizado para relleno será acumulado al lado de la zanja, para su uso posterior. El material excedente será dispersado y compactado en la franja de servidumbre, respetando la conformación natural del terreno.

Si es necesario, se usará material de préstamo para la ejecución del relleno en las áreas excavadas para los cimientos de las torres. Lo mismo se extraerá a partir de áreas previamente autorizadas y en condiciones especiales, de forma que no causen daños ambientales en esas áreas.

Cuando la excavación se realice en terreno de buena calidad, llegando a la cota de fundación se efectuará la limpieza de fondo. Es importante destacar una vez más que para las torres ubicadas en terreno con mucha pendiente, no se realizarán cortes para la ejecución de plataformas, por el contrario se utilizarán torres con patas desniveladas, como se mostró en la **Figura 2.2.2.a**.

### *Apuntalamientos*

En áreas donde el suelo no tenga capacidad de soporte en las paredes de excavación, se utilizará apuntalamientos con planchas de madera. Básicamente se utilizarán apuntalamientos continuos o discontinuos, que serán realizados en las siguientes situaciones:

- Apuntalamiento continuo: se empleará cuando el suelo posea baja resistencia al corte o se encuentre por debajo del nivel freático o bajo otras circunstancias que requieren un muro de contención en la zanja excavada. En este caso se utilizarán planchas de madera con encaje o planchas de metal con soportes;
- Apuntalamiento discontinuo: se empleará cuando el suelo en la excavación posea buena cohesión y esté ubicado por encima del nivel freático. Los soportes estarán distanciados a un máximo de 50 cm entre sí.

### *Desagote*

Para las excavaciones que alcancen el nivel de agua freática se realizará un drenaje permanente en la zanja hasta la finalización de los servicios. Se realizarán drenajes al fondo de la excavación, donde se colocarán tuberías cribadas. Posteriormente se rellenará con grava la excavación de drenaje. Se instalará una bomba sumergible de agotamiento para eliminar el exceso de agua acumulada al interior de la excavación.

### *Relleno*

El material que se utilizará para el relleno de las excavaciones deberá ser homogéneo, sin materias orgánicas y material rocoso. El material inadecuado para relleno será dispersado y compactado en el área adyacente de la franja de servidumbre, respetando la conformación natural del terreno.

Los rellenos se ejecutarán con especial cuidado, mediante capas con espesor compatible con el equipo utilizado.

### Ejecución de los bloques

Cada torre tendrá cuatro fundaciones, una en cada pie. Estos bloques serán armados y rellenados con hormigón premezclado.



Los bloques se ejecutarán sobre un lecho de hormigón pobre de al menos 5 cm de espesor, para regularizar el nivel del terreno. El empleo de hormigón pobre y la preparación de la base deben llevarse a cabo en lugares drenados, no siendo permitido el bombeo cuando se está aplicando el hormigón. Una vez realizado el lecho, se montarán las armaduras y las formas de madera, y se verterá el hormigón directamente de las máquinas mezcladoras. Se esperará un período de curado del concreto y luego si se eliminarán las formas de madera.

### **2.5.3**

#### **Montajes Electromecánicos**

##### Montaje de las estructuras de las torres

Las estructuras metálicas de las torres serán transportadas desmanteladas por camiones, y serán montadas en las áreas de montaje preparadas.

El montaje de las estructuras metálicas se efectuará través de secciones pre-montadas, haciendo que el izamiento sea efectuado manualmente.

Los trabajos de montaje se restringirán solamente a las áreas previstas para cada frente de montaje.

Los frentes de trabajo próximos a áreas pobladas serán debidamente aislados con desvíos y señalizaciones, para de esa manera evitar cualquier accidente o disturbios en las comunidades.

##### Instalación de cables conductores, pararrayos y accesorios

La instalación de puesta tierra será hecha antes del lanzamiento de los cables pararrayos, en zanjas, de manera que la resistencia de la puesta a tierra sea compatible con el desempeño deseado y la seguridad para terceros. La puesta a tierra se restringirá a la franja de servidumbre de la LT.

En los puntos de cruce de líneas de distribución y transmisión existentes, carreteras y ríos, se elaborarán proyectos específicos para cada tipo de travesía y se enviarán a los órganos competentes para su aprobación. En estos puntos de cruce se implantará un sistema específico de señalización, posibilitando el desarrollo de los trabajos con seguridad tanto de los equipos como de los demás elementos afectados.

Los cables conductores y pararrayos serán montados a partir de frentes de lanzamiento, con tensión mecánica controlada automáticamente, hasta poder obtener el nivel recomendado para el proyecto para cada vano de la LT.

El lanzamiento del cable guía se llevará a cabo principalmente de forma manual.

En el proceso de lanzamiento de cables se adoptarán los siguientes procedimientos:

- El área ocupada para cada frente de lanzamiento se restringirá al mínimo necesario;
- Después de la utilización del área para el frente de lanzamiento, se restablecerán sus condiciones originales;
- Se adoptará la señalización de seguridad de trabajo específica para cada frente de lanzamiento;
- El lanzamiento de cables será realizado con el uso de tractor de cadenas y solamente en la franja de lanzamiento, evitando intervenciones en áreas externas;
- En cruces de carreteras, cursos de agua y otros tipos de líneas de redes eléctricas se instalarán estructuras de protección entre los cables a ser lanzados y las interferencias, además de señalización específica.

#### **2.5.4**

##### **Puesta en Marcha**

En la fase de puesta en marcha se inspeccionará el estado final de los componentes de la LT y Subestaciones y de los temas que figuran a continuación:

- Remanentes forestales;
- Preservación de cultivos agrícolas;
- Distancia de seguridad vertical y lateral entre los árboles y la LT;
- Limpieza de protección contra incendios;
- Protección contra la erosión y la acción de las aguas pluviales;
- Relleno de las bases de las torres;
- Estado de los cuerpos de agua.

#### **2.5.5**

##### **Desmovilización y Recuperación de los Frentes de Trabajo**

En todos los frentes de trabajo se realizará la recuperación ambiental del área, con la remoción de todos los equipos y restos de materiales de las obras. Posteriormente, se realizará la recomposición de la cobertura vegetal original o el revestimiento vegetal, en el caso de la franja de servidumbre. La recuperación de las áreas de trabajo utilizadas es parte integrante de los servicios de construcción, siendo responsabilidad del contratista.

#### **2.5.6**

##### **Operación y Mantenimiento**

La operación y el control de la línea de transmisión se efectuarán por las Subestaciones Yguazú y Valenzuela.

Se realizará la inspección periódica de mantenimiento de la LT por vía terrestre, utilizando las vías de acceso existentes y aquellas construidas para la obra.

Los servicios de mantenimiento preventivo (periódico) y correctivo (restablecimiento de interrupciones) serán asumidos por los equipos de mantenimiento de la concesionaria responsable de la operación. En las inspecciones de la LT se observarán las condiciones de acceso a las torres y también la situación de la franja de servidumbre, a fin de preservar las instalaciones y la operación del sistema.

## 2.6

### Infraestructura de Apoyo

Para las obras de instalación de la LT y de las SEs Yguazú y Valenzuela se utilizarán las siguientes instalaciones de apoyo:

Campamentos de obra: se planea instalar 03 campamentos de obra, 02 de ellos ubicados en los dos extremos del trazo, en Colonia Yguazú y Valenzuela, u otro en la parte central del trazo, en Caaguazú.

Estos campamentos no tendrán alojamiento para los trabajadores. Los trabajadores serán alojados en casas alquiladas en las ciudades, con excepción de Valenzuela, donde no hay infraestructura para esto.

Los campamentos tendrán comedor, baños, área de almacenamiento de materiales y equipos y taller mecánico para mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos.

Se estima que será adquirido concreto premezclado de plantas hormigoneras instaladas en diferentes zonas de la obra. Eventualmente podría instalarse una planta hormigonera en alguno de los campamentos.

Para el suministro de agua se utilizará la red pública, si hay, o pozo. La eliminación de las aguas residuales generadas en los baños se hará en fosas sépticas.

No es posible precisar la ubicación exacta de estas áreas de apoyo en esta fase del proyecto, pero es importante señalar que se dará preferencia a sitios ya antropizados, donde no haya necesidad de remoción de la vegetación nativa.

En los frentes de trabajo se instalarán módulos de apoyo itinerantes para satisfacer las necesidades de los trabajadores y para reserva de materiales de construcción de uso inmediato.

Los frentes tendrán infraestructura para descanso de los trabajadores, en un lugar cubierto, con agua, cestos de basura y carpas sanitarias o baños químicos. Los puntos de apoyo se elegirán en áreas planas sin vegetación nativa y preferiblemente en tierras degradadas.

#### 2.6.1

##### Áreas de Préstamo y Botaderos

El material extraído durante la excavación de los cimientos de las torres será retirado y



almacenado en un área cercana al frente de obra para su posterior uso en el relleno de la zanja o para ser dispuesto de manera controlada en la propia franja de servidumbre. Excepcionalmente, el material inservible y también el material excedente de los movimientos de tierra en las subestaciones, se puede disponer en botaderos autorizados por el MADES, o utilizado para la recuperación de los caminos de acceso.

## **2.7**

### **Logística**

#### **2.7.1**

##### **Cronograma**

La implementación de la LT y de las SEs Yguazú y Valenzuela se llevará a cabo en un período total de 24 meses, incluyendo las etapas de licenciamiento ambiental, el desarrollo del diseño de ingeniería de detalle, fabricación de las torres, suministro de materiales y equipos, construcción y puesta en marcha.

#### **2.7.2**

##### **Mano de Obra**

La cantidad de mano de obra que se estima para la implementación de la LT y de las SEs Yguazú y Valenzuela es de 1200 trabajadores directos y cerca de 500 trabajadores indirectos. Estos trabajadores serán desplegados en los campamentos de obra o en las frentes de trabajo.

### 3.0

## Marco Institucional y Legal

### 3.1

#### Políticas de Salvaguardas del BID Aplicables

Las políticas de salvaguardia del Banco Interamericano de Desarrollo – BID aplicables al proyecto de la LT de 500 kV Yguazú - Valenzuela y Subestaciones Yguazú y Valenzuela son las siguientes.

#### OP 102 - Política sobre Acceso a la Información

Esta política se basa en los siguientes principios:

- Máximo acceso a la información. El BID reafirma su compromiso con la transparencia en todas sus actividades, procurando por ello maximizar el acceso a todos los documentos y la información que produce u obra en su poder y no figura en la lista de excepciones.
- Excepciones claras y delimitadas. Toda excepción de divulgación se basará en la posibilidad, clara y delimitada, de que la divulgación de información sea más perjudicial que benéfica para los intereses, entidades o partes afectados, que el Banco esté legalmente obligado a abstenerse de divulgar la información o que ésta se haya recibido en el entendido de que no será divulgada.
- Acceso sencillo y amplio a la información. El BID empleará todos los medios prácticos para facilitar el acceso a información.
- Explicaciones de las decisiones y derecho a revisión. Cuando el Banco niegue el acceso a información, explicará su decisión.

#### OP 703 - Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias

Esta política establece como objetivos específicos:

- Potenciar la generación de beneficios de desarrollo de largo plazo para los países miembros, a través de resultados y metas de sostenibilidad ambiental en todas las operaciones y actividades del BID y a través del fortalecimiento de las capacidades de gestión ambiental de los países miembros prestatarios;
- Asegurar que todas las operaciones y actividades del BID sean ambientalmente sostenibles, conforme lo establecen las directrices establecidas en la presente Política;
- Incentivar la responsabilidad ambiental corporativa dentro del BID.

La Política incluye Directrices de Tipo A (Transversalidad ambiental), que se refieren al concepto de transversalidad y a la internalización de la dimensión ambiental en una fase temprana del ciclo de proyectos, y Directrices de Tipo B (Directrices de salvaguardias), dirigidas hacia la revisión y

clasificación de las operaciones, requerimientos de evaluación ambiental, consulta, supervisión y cumplimiento, impactos transfronterizos, hábitats naturales y sitios culturales, materiales peligrosos, y prevención y reducción de la contaminación.

Entre las Directrices de Salvaguardias (Tipo B) aplicables al Proyecto se incluyen las siguientes:

#### B.2. Leyes y reglamentos de los países

El proyecto debe ser diseñado y ejecutado de acuerdo con las leyes y regulaciones ambientales de Paraguay.

#### B.3. Análisis y clasificación

Se debe analizar y clasificar el proyecto de acuerdo con sus posibles impactos ambientales. Las categorías son:

- Categoría “A” – proyectos que puedan causar significativos impactos ambientales negativos e impactos sociales relacionados, o tener profundas repercusiones en los recursos naturales.
- Categoría “B” – proyectos que puedan causar impactos ambientales negativos y relacionados principalmente con impactos sociales locales y de corto plazo para los cuales ya existen medidas efectivas de mitigación.
- Categoría “C” - proyectos que probablemente causen impactos ambientales negativos e impactos sociales relacionados mínimos o cero.

Se considera el proyecto de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y Subestaciones Yguazú y Valenzuela como **Categoría B**, ya que el estudio de alternativas realizado hizo posible evitar la intercepción de comunidades y el reasentamiento de la población. Además, ningún hábitat considerado crítico está siendo afectado. Tampoco se interceptan áreas silvestres protegidas o tierras indígenas.

#### B.4. Otros factores de riesgo

Además de los riesgos de los impactos ambientales, el BID identificará y administrará otros factores de riesgo que pueden afectar la sostenibilidad ambiental de sus operaciones. Estos factores pueden incluir elementos tales como la capacidad de gestión de la agencia ejecutora, prestatario y terceros, riesgos sectoriales, riesgos asociados con cuestiones ambientales y sociales muy sensibles y vulnerabilidad a los desastres. Según el tipo y la gravedad de los riesgos, el BID colaborará con la agencia ejecutora, el prestatario y terceros relevantes para desarrollar medidas apropiadas para controlar estos riesgos.

#### B.5. Requisitos de evaluación ambiental

Los proyectos necesitan de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) y Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), preparados de acuerdo con las directrices de la política.

El informe de la Evaluación de Impacto Ambiental y el PGAS deben ser divulgados al público.

#### B.6. Consultas

Como parte del proceso de evaluación ambiental, las operaciones de categorías “A” y “B” requerirán consultas con las partes afectadas y consideración de sus puntos de vista.

Para los proyectos Categoría A se exigen por lo menos dos rondas de consultas, y para los de Categoría B, por lo menos una ronda.

#### B.9. Hábitats naturales y sitios culturales

Se aplica esta política a proyectos con riesgo de conversión o degradación significativa de hábitats naturales críticos o de dañar sitios culturales importantes.

#### B.10. Materiales peligrosos

Se aplica esta política a proyectos con riesgo de impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud y seguridad humana derivados de la producción, adquisición, uso y eliminación de materiales peligrosos.

#### B.11. Prevención y reducción de la contaminación

Los proyectos deben incluir, según corresponda, medidas para prevenir, reducir o eliminar la contaminación causada por sus actividades.

#### B.17. Adquisiciones

Los proyectos deben considerar disposiciones de salvaguardia en la adquisición de bienes y servicios para garantizar que la adquisición sea ambientalmente responsable. Los bienes y servicios adquiridos deben producirse de manera responsable desde un punto de vista ambiental y social, en términos de uso de recursos, ambiente de trabajo y relaciones con la comunidad.

#### **OP 710 – Reasentamiento Involuntario**

Esta política se aplica cuando hay casos de desplazamiento físico involuntario de personas causados por proyectos del BID.

Sus principios son:

- Se hará todo lo posible para evitar o minimizar la necesidad de reasentamiento involuntario
- Cuando el desplazamiento es inevitable, un plan de reasentamiento debe ser desarrollado para asegurar que las personas afectadas reciban compensación y rehabilitación apropiadas

Con el objetivo general de mejorar la calidad de vida, la seguridad física, la capacidad productiva y los ingresos de todas las poblaciones afectadas o, como mínimo, dejarlos en el mismo nivel que tenían antes, el plan de reasentamiento debe seguir estos principios:

- Priorizar la prevención o minimización de los desplazamientos de población;
- Asegurar la participación de la comunidad, a través de un proceso efectivo de consulta;
- Considerar el reasentamiento como una oportunidad de desarrollo sostenible, o sea, las medidas deben incluir el desarrollo económico, la infraestructura y los servicios y no limitarse únicamente a las medidas de mitigación;
- Definir los criterios para la compensación, para determinar el derecho a la reposición de tierras o vivienda, la indemnización en dinero, o la rehabilitación económica y otros beneficios
- Compensar según el costo de reposición;
- Compensar la pérdida de derechos consuetudinarios;
- Crear oportunidades económicas para la población desplazada;
- Proporcionar un nivel aceptable de vivienda y servicios;
- Tener en cuenta las cuestiones de seguridad;
- Tener en cuenta a la población de acogida, o sea, la que recibe a los desplazados;
- Obtener información precisa acerca del número de personas afectadas;
- Incluir el costo del reasentamiento en el costo general del proyecto;
- Tener en cuenta el marco institucional apropiado;
- Establecer procedimientos independientes de supervisión y arbitraje.

#### **OP-761 - Igualdad de Género**

Esta política tiene como objetivo promover la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres.

La Política identifica dos líneas de acción: (i) la acción proactiva, que promueve activamente la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer a través de todas las intervenciones de desarrollo del Banco; y (ii) la acción preventiva, que integra salvaguardias a fin de prevenir o mitigar los impactos negativos sobre mujeres u hombre por razones de género, como resultado de la acción del Banco a través de sus operaciones financieras.

#### **OP 765 – Pueblos Indígenas**

El objetivo de esta política es potenciar la contribución del BID al desarrollo de los pueblos indígenas mediante el apoyo a los gobiernos nacionales de la región y a los pueblos indígenas en el logro de los siguientes objetivos:

- Apoyar el desarrollo con identidad de los pueblos indígenas, incluyendo el fortalecimiento de sus capacidades de gestión.



- Salvaguardar a los pueblos indígenas y sus derechos de impactos adversos potenciales y de la exclusión en los proyectos de desarrollo financiados por el BID.

Como condición para cualquier proyecto en los que comunidades indígenas tienen participación o podrían verse afectadas, se debe obtener el acuerdo y consentimiento, libres de coerción o influencia indebida y con base en información idónea a los afectados en cuanto a la naturaleza, alcance e impactos del proyecto.

#### **OP 704 - Gestión de riesgos de desastres**

El objetivo de esta Política de gestión de riesgos de desastres es guiar los esfuerzos del BID para ayudar a sus prestatarios a mitigar el riesgo de desastres naturales y en la gestión de desastres, para apoyar el logro de sus objetivos de desarrollo social y económico.

Esta política identifica dos líneas de acción: (i) prevención y mitigación de los desastres que ocurren como resultado de desastres naturales a través de la programación y proyectos proactivos de trabajo en los niveles regional, nacional y local; y (ii) respuesta pos-desastre a los impactos de eventos de los desastres naturales y al daño físico (como el colapso estructural y las explosiones) resultante de accidentes de naturaleza tecnológica u otros tipos de desastres resultantes de la acción humana.

### **3.2**

#### **Marco Legal Paraguayo Aplicable**

La Legislación Ambiental y Social directamente relevante para el proyecto se analiza en las secciones siguientes, organizadas por tema (legislación referente a licenciamiento ambiental, control de la contaminación, protección de la Fauna y Flora, recursos hídricos, Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico, Procesos de Expropiación y Reasentamiento, Comunidades Indígenas, Salud Ocupacional y Seguridad del Trabajo y Legislación Laboral).

#### **3.2.1**

##### **Licenciamiento Ambiental**

Los principales diplomas y / o reglamentos que gobiernan los procedimientos de concesión de licencias ambientales que se aplicarán al proyecto son los siguientes:

- Ley N° 294, de 31 de diciembre de 1993, de Evaluación de Impacto Ambiental, reglamentada por el Decreto N° 453, de 8 de octubre de 2013;
- Ley N° 345, de 3 de junio de 1994, que modifica el Artículo 5° de la Ley N° 294/1993;
- Ley N° 716, de 2 de mayo de 1996, que sanciona delitos contra el medio ambiente;
- Ley N° 1561, de 21 de julio de 2000, de Evaluación de Impacto Ambiental, que crea el Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Secretaría del Ambiente (SEAM);
- Decreto N° 10579, de 20 de setiembre de 2000, por el cual se reglamenta La Ley N° 1561/00;

- Decreto N° 17201, de 17 de mayo de 2002, por el cual se reglamentan el Artículo 12, inciso “n”, y el Artículo 15, inciso “b”, de la Ley N° 1561/2000;
- Resolución SEAM N° 1133, de 02 de noviembre de 2004, que reglamenta la emisión de licencia ambiental en el marco de la Ley N° 294/1993;
- Resolución SEAM N° 2127, de 13 de diciembre de 2005, que establece plazos para la presentación de los estudios contemplados en el marco de la Ley N° 294/1993 “de Evaluación de Impacto Ambiental”;
- Política Ambiental Nacional del Paraguay (PAN);
- Decreto N° 453, de 8 de octubre de 2013, por el cual se reglamenta la Ley N° 294/93 “de Evaluación de Impacto Ambiental” y su modificatoria, la Ley N° 345/94, y se deroga el Decreto N° 14281/96;
- Decreto N° 954, de 18 de diciembre de 2013, por el cual se modifican y amplían los artículos 2°, 3°, 5°, 6° inciso E), 9°, 10, 14 y el anexo del Decreto N° 453/13.
- Resolución N° 640, de 06 de febrero de 2014, por la cual se establece el Reglamento General para audiencias públicas en el marco de la Ley N° 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental, y su decreto reglamentario N° 453/13 y modificatoria y ampliatoria N° 954/13;
- Resolución SEAM N° 201, de 22 de mayo de 2015, por el cual se establece el procedimiento de evaluación del informe de auditoría ambiental de cumplimiento de plan de gestión ambiental para las obras o actividades que cuenten con declaración de impacto ambiental en el marco de la Ley 294/93 de evaluación de impacto ambiental, y los decretos N° 453/13 y N° 954/13;
- Resolución N° 221, de 5 de junio de 2015, por la cual se modifica el artículo 5 de la Resolución N° 201/15;
- Resolución N° 260, de 3 de julio de 2015, por la cual se deroga la Resolución N° 223/15, que reglamenta las funciones del responsable de la implementación y el seguimiento de los planes de gestión ambiental de las obras y actividades aprobadas en el marco de la Ley N° 294/93 y sus Decretos N° 453/13 y 954/13;
- Resolución SEAM N° 184, de 1 de abril de 2016, por la cual se aprueban los Formularios de Control N° 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la SEAM, conteniendo el listado de los documentos necesarios para la presentación de EIA, EDE, Informes de Auditoría (AA), notas de consultas y Planes de Gestión Ambiental Genéricos, Ajustes del PGA y solicitudes de cambios de titularidad, en el marco de la Ley N° 294/93, su Decreto reglamentario N° 453/13 y su modificación y ampliación el Decreto N° 954/13, y se deroga la Resolución SEAM N° 246/13;
- Resolución SEAM N° 248/16, por la cual se modifica el Art. 10 de la Resolución N° 201/15;
- Resolución SEAM N° 467, de 01 de septiembre de 2017, por la cual se reglamenta el Artículo 7º y 8º del Decreto 11.2012/13;
- Ley N° 6123, de 20 de junio de 2018, que eleva al rango de Ministerio a la SEAM y pasa a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible;
- Resolución SEAM N° 321/18, por la cual se modifica el Art. 10 de la Resolución SEAM N° 201/15;
- Resolución MADES N° 251/18, por la cual se establecen los términos oficiales de referencia para la presentación de mapas temáticos e imagen satelital; el proceso de análisis cartográfico de la Dirección de Geomática; en el marco de la Ley N° 294/13.

La adopción de la Política Ambiental Nacional contempla los tres niveles de la organización político-administrativa: el nacional, el departamental y el municipal, y orienta las estrategias y acciones hacia la descentralización de la gestión ambiental y el fortalecimiento de la capacidad de gestión local, con una amplia participación social.

La Política Ambiental Nacional tiene por objetivo conservar y adecuar el uso del patrimonio natural y cultural del Paraguay para garantizar la sustentabilidad del desarrollo, la distribución equitativa de sus beneficios, la justicia ambiental y la calidad de vida de la población presente y futura. Los instrumentos de la Política Ambiental Nacional incluyen la Evaluación Ambiental Estratégica y la Evaluación del Impacto Ambiental, aunque el primer instrumento señalado todavía no ha sido reglamentado. La normativa ambiental establece que pueden ser utilizadas metodologías utilizadas por organismos internacionales u otras que cumplan con los objetivos propuestos para el efecto, toda vez que no contravengan las leyes nacionales.

En 1993 se sancionó la Ley N° 294, que en el Art. 1º declaró obligatoria la Evaluación de Impacto Ambiental, siendo considerado impacto ambiental toda modificación del medio ambiente provocada por obras o actividades humanas que afectan “la vida en general, la biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural o los medios de vida legítimos”.

La Evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la Política Ambiental, así como la Evaluación ambiental estratégica, la Participación ciudadana y control social, entre otros.

De acuerdo con el Art. 2º de la Ley N° 294/93, la Evaluación de Impacto Ambiental es el estudio científico que permite identificar, prever y estimar impactos ambientales, en toda obra o actividad proyectada o en ejecución.

El contenido mínimo de la Evaluación de Impacto Ambiental se define en el Art. 3º, que incluye:

- Una descripción del tipo de obra o naturaleza de la actividad proyectada, con mención de sus propietarios y responsables; su localización; sus magnitudes; su proceso de instalación, operación y mantenimiento; tipos de materia prima e insumos a utilizar; las etapas y el cronograma de ejecución; número y caracterización de la fuerza de trabajo a emplear;
- Una estimación de la significación socioeconómica del Proyecto, su vinculación con las políticas gubernamentales, municipales y departamentales y su adecuación a una política de desarrollo sustentable, así como a las regulaciones territoriales, urbanísticas y técnicas;
- Los límites del área geográfica a ser afectada, con una descripción física, biológica, socioeconómica y cultural, detallada tanto cuantitativa como cualitativamente, del área de influencia directa de las obras o actividades y un inventario ambiental de la misma, de tal modo a caracterizar su estado previo a las transformaciones proyectadas, con especial atención en la determinación de las cuencas hidrográficas;
- Los análisis indispensables para determinar los posibles impactos y los riesgos de las obras o actividades durante cada etapa de su ejecución y luego de finalizada; sus efectos positivos y negativos, directos e indirectos, permanentes o temporales, reversibles o irreversibles,

continuos o discontinuos, regulares o irregulares, acumulativos o sinérgicos, de corto, mediano o largo plazo;

- Un Plan de Gestión Ambiental que contendrá la descripción de las medidas protectoras o de mitigación de impactos negativos que se prevén en el Proyecto; de las compensaciones e indemnizaciones previstas, de los métodos e instrumentos de vigilancia, monitoreo y control que se utilizarán, así como las demás previsiones que se agreguen en las reglamentaciones;
- Una relación de las alternativas técnicas del Proyecto y de las de su localización, así como una estimación de las circunstancias que se debían si el mismo no se realizase; y
- Relatorio, en el cual se resumirá la información detallada de la evaluación de impacto ambiental y las conclusiones del documento.

El Art. 5º, modificado por la Ley N° 345/94, establece que toda evaluación de impacto ambiental y sus informes, serán presentados por su o sus responsables ante la Autoridad Administrativa junto con el proyecto de obra o actividad y los demás requisitos que ésta determine.

El Art. 8º de la Ley N° 294/93 define que la Autoridad Administrativa debe colocar a disposición del público y de los organismos afectados en el ámbito nacional, departamental y municipal, la Evaluación de Impacto Ambiental, y debe emitir, después de la revisión del estudio, una Declaración de Impacto Ambiental (Art. 10), documento que otorga al solicitante la licencia para el proyecto, mediante el cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental (Art. 11).

El Decreto N° 453/13, que reglamenta la Ley N° 294/93, fue modificado por el Decreto N° 954/13, en cuyo Art. 1º, ítem h), se establece que requiere una Declaración de Impacto Ambiental las:

*h) Usinas y líneas de transmisión de energía eléctrica*

*1. Centrales o instalaciones de producción de energía eléctrica de cualquier tipo con potencia nominal de al menos 100 MW.*

*2. Líneas de transmisión eléctrica con una potencia superior a los 100.000 voltios.*

*3. Subestaciones eléctricas.*

Líneas de transmisión aéreas a partir de 220.000 voltios y Subestaciones a partir de 220 kV se consideran proyectos de obras y actividades de alto impacto ambiental, según la Resolución SEAM N° 467/17.

La Resolución SEAM N° 2127, de 13 de diciembre de 2005, establece fecha límite de entrega de EIA-RIMA, Planes de Control Ambiental (PCA), Planes de Recuperación Ambiental (PRA) e Estudios de la Disposición de Aguas Residuales y de entrega de complementación de los estudios.

La licencia ambiental otorga al solicitante el permiso para iniciar o proseguir la obra o actividad y obliga al cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto. Además, la licencia ambiental requiere ser renovada cada dos años.

En el Art. 6º del Decreto N° 453/13 se establece que la Dirección General de Control de la Calidad Ambiental y de los Recursos Naturales (DGCCARN) de la Secretaría del Ambiente (SEAM) pondrá a disposición del público por el plazo de diez días hábiles el informe de impacto ambiental en su página de internet, en su sede y en cualquier otro lugar que estime conveniente y comunicará este

hecho por medio de la publicación por tres días consecutivos en dos diarios de gran circulación y por medio de una emisora radial de alcance nacional. Dentro de los diez días hábiles de vencido el plazo para presentar o, en su caso, contestar comentarios, observaciones u objeciones, la DGCCARN decidirá si convoca o no la audiencia pública. La audiencia pública será obligatoria en caso de que el proyecto de obra o actividad pueda afectar directamente a comunidades indígenas o cuando haya sido solicitada por los vecinos o por los potenciales afectados directos. Excepto en estos casos, el silencio de la DGCCARN implicará la decisión de no realizar la audiencia pública.

El Art. 5º de la Ley N° 716/96 establece que serán sancionados con penitenciaría de uno a cinco años y multa de 500 (quinientos) a 1.500 (mil quinientos) jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas:

.....

*d) Los que empleen datos falsos o adulteren los verdaderos en estudios y evaluaciones de impacto ambiental o en los procesos destinados a la fijación de estándares oficiales; y*

*e) Los que eludan las obligaciones legales referentes a medidas de mitigación de impacto ambiental o ejecuten deficientemente las mismas.*

La Resolución N° 640/14 establece el Reglamento General para Audiencias Públicas, para casos de obras o actividades que requieran de la presentación de un EIA/RIMA.

El Art. 1º de la Resolución N° 201/15 establece, para todo proyecto con Declaración de Impacto Ambiental, la obligatoriedad de presentar en tiempo y forma, y en carácter de Declaración Jurada, el informe de Auditoría de Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental de acuerdo a lo requerido por la DGCCARN. Además de la Auditoría de Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental se realizará la Auditoría del Cierre del Proyecto o la Actividad en Caso de Abandono del Proyecto.

Esta Resolución establece el procedimiento de Evaluación de los Informes de Auditoría del Plan de Gestión Ambiental y su contenido mínimo para las obras y actividades que cuenten con Declaración de Impacto Ambiental.

### 3.2.2

#### Control de la Contaminación

La Constitución Nacional, de 1992, en el Art. 8º, establece que las actividades susceptibles de producir alteración ambiental serán reguladas por la ley, y que ésta podrá restringir o prohibir aquellas que califique peligrosas. El delito ecológico será definido y sancionado por la ley e todo daño al ambiente importará la obligación de recomponer e indemnizar.

La Ley N° 836/1980, de Código Sanitario, regula las funciones del Estado en lo relativo al cuidado integral de la salud del pueblo y los derechos y obligaciones de las personas en la materia.

De acuerdo con el Art. 66, queda prohibida toda acción que deteriore el medio natural, disminuyendo su calidad, tornándola riesgosa para la salud. El Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social determinará los límites de tolerancia para la emisión o descarga de contaminantes en la atmosfera, el agua y el suelo, establecerá las normas a que deben ajustarse las actividades

laborales, industriales, comerciales y de transporte, para preservar el ambiente de deterioro (Art. 67).

En el Art. 82 se establece la prohibición de descargar desechos industriales en la atmósfera, canales, cursos de aguas superficiales o subterráneas, que causen o puedan causar contaminación o polución del suelo, del aire, o de las aguas, sin previo tratamiento que los convierta en inofensivos para la salud de la población o que impida sus efectos perniciosos.

La Constitución Nacional de 1992 establece expresamente la restricción o prohibición de actividades peligrosas susceptibles de generar alteraciones ambientales, por vía legal. El Art. 66 del Código Sanitario (Ley N° 836/1980) prohíbe toda acción que deteriore el medio natural, disminuya su calidad y lo torne riesgoso para la salud.

### **Clasificación y manejo de residuos sólidos**

- Ley N° 836, de 15 de diciembre de 1980, que establece el Código Sanitario;
- Ley N° 1160, de 26 de noviembre de 1997 - Código Penal de la República del Paraguay;
- Ley N° 42, de 18 de setiembre de 1990, que prohíbe la importación, deposito, utilización de productos calificados como residuos industriales peligrosos o basuras toxicas y establece las penas correspondientes por su incumplimiento;
- Decreto N° 18.969, 6 de noviembre de 1997, por el cual se reglamenta la Ley N° 42/90;
- Ley N° 567, de 1 de junio de 1995, que aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación;
- Resolución N° 548, de 21 de agosto de 1996, por el cual se establece normas técnicas que reglamenta el manejo de los desechos sólidos;
- Ley N° 1262, de 13 de mayo de 1998, que aprueba la enmienda al Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Tóxicos Peligrosos y su eliminación;
- Resolución S.G. 750/2002, por la cual se aprueba el reglamento referente al manejo de los residuos sólidos urbanos, peligrosos, biológicos – infecciosos, industriales y afines. Deja sin efecto la Resolución S.G. N° 548/96;
- Ley N° 2333, de 27 de noviembre de 2003, que aprueba el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes;
- Resolución SEAM N° 282/04, por la cual se establecen los criterios para la selección de áreas para la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios;
- Ley N° 3956, de 24 de diciembre de 2009, que prevé la “Gestión Integral de Los Residuos Sólidos en La República del Paraguay”;
- Decreto N° 7391, de 28 de junio de 2017, por el cual se reglamenta la Ley N° 3956/2009;
- Ley N° 5.882, de 17 de agosto de 2017, de gestión integral de pilas y baterías de uso doméstico.

#### Procedimientos de la ANDE:

- IPE-45 - Manual de Procedimientos Generales - Intervenciones con Contaminantes Orgánicos de PCB, de 3/12/08
- IPL-05 - Instrucción de Procedimientos Generales - Gestión de Aceites Dieléctricos y Equipos que lo Contienen, de 25/08/09

El Art. 66 del Código Sanitario establece que queda prohibida toda acción que deteriore el medio natural, disminuyendo su calidad, tornándolo riesgoso para la salud.

La Ley N° 3.956/09 tiene por objeto el establecimiento y aplicación de un régimen jurídico a la producción y gestión responsable de los residuos sólidos, cuyo contenido normativo y utilidad práctica deberá generar la reducción de los mismos, al mínimo, y evitar situaciones de riesgo para la salud humana y la calidad ambiental. Los objetivos de esta Ley son:

- Garantizar que los residuos sólidos se gestionen sin poner en peligro la salud y el ambiente, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos;
- Priorizar la reducción de la cantidad de residuos sólidos, así como evitar el peligro que puedan causar a la salud y al ambiente;
- Promover la implementación de instrumentos de planificación, inspección, y control, que favorezcan la seguridad y eficiencia de las actividades de gestión integral de los residuos sólidos;
- Asegurar a los ciudadanos el acceso a la información sobre la acción pública en materia de gestión integral de los residuos sólidos, promoviendo su participación en el desarrollo de las acciones previstas; y
- Mejorar el ambiente y la calidad de vida, con disposiciones eficientes en cuanto a la seguridad sanitaria.

Esta Ley se basa en cinco Principios fundamentales:

1. Principio de Co-responsabilidad. El generador de residuos o el causante de algún efecto degradante del ambiente, actual o futuro, es responsable, junto con las autoridades pertinentes, del costo de las acciones preventivas o correctivas de recomposición.
2. Principio de Congruencia. Cualquier Norma departamental o municipal referida a este tema, debe ser adecuada a los mandatos de la presente Ley. En caso contrario, lo establecido en ella prevalecerá sobre toda otra Norma que se le oponga.
3. Principio de Prevención. Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que se puedan producir.
4. Principio de Sustentabilidad. El desarrollo económico y social deberá realizarse a través de una gestión integral apropiada, de manera tal que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.
5. Principio de Valor de Mercado. Los residuos sólidos, producto del diario quehacer de una sociedad, pueden ser reutilizados, formando parte de la materia prima que requieren algunos sistemas productivos. Por tanto, tienen un valor de mercado de compra-venta.

En el Art. 14 se establece, en el proceso de gestión de los residuos sólidos, que serán considerados como deberes de las personas, entre otros, los siguientes:

- b) cumplir con las normas y recomendaciones técnicas que hayan sido establecidas por las autoridades competentes;*
- c) almacenar los residuos y desechos sólidos con sujeción a las normas sanitarias y ambientales, para evitar daños a terceros y facilitar su recolección, según lo establecido en esta Ley y su reglamento.*

La persona natural o jurídica, pública o privada, que genere o posea residuos sólidos, es corresponsable de la gestión integral de ellos. Para evitar que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente, deberá proceder a la eliminación de los mismos, de conformidad con las disposiciones de la presente Ley y su reglamento.

El Art. 200 de la Ley N° 1160/97, relativo a lo procesamiento ilícito de desechos, establece que “el que tratara, almacenara, arrojara, evacuara o de otra forma echara desechos: fuera de las instalaciones previstas para ello; o apartándose considerablemente de los tratamientos prescritos o autorizados por disposiciones legales o administrativas, será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco (5) años o con multa”.

El Art. 199 establece penas para quien indebidamente ensuciara o alterara el suelo mediante el derrame sustancias nocivas para la conservación del mismo.

La Ley N° 42/90, prohíbe la importación, deposito, utilización de productos calificados como residuos industriales peligrosos o basuras tóxicas y establece las penas correspondientes por su incumplimiento.

El Decreto N° 18.969/97, que reglamenta la Ley N° 42/90, detalla en su Art. 4º los residuos industriales considerados peligrosos o tóxicos. También los Anexos I y II de la Ley N° 567/95 establecen respectivamente las categorías de desechos que hay que controlar y los que requieren una consideración especial.

Respecto a pilas y baterías, el Artículo 9º de la Ley N° 5.882/17 establece, entre las obligaciones del consumidor o usuario, las siguientes:

- b) Desechar las pilas y baterías únicamente en los puntos de acopio puestos a disposición de los consumidores y usuarios.*
- c) No arrojar las pilas y baterías usadas a la basura conjuntamente con residuos comunes o domiciliarios, ni en cursos de agua, enterrarla, ni quemarla.*

El Artículo 8º del Decreto N° 7391/17 dispone sobre la clasificación dos residuos sólidos.

Según el Art. 10 de este mismo Decreto, los grandes generadores, que originen residuos sólidos en alto volumen, cumplirán en:



*a) Instrumentar planes de manejo de los residuos sólidos en sus procesos de producción, prestación de servicios o en la utilización de envases y embalajes, así como su fabricación o diseño, comercialización o utilización que contribuyan a la minimización de los residuos sólidos y promuevan la reducción de la generación en la fuente, su valorización o disposición final, para reducir el impacto ambiental ocasionado.*

El Decreto N° 7391/17 también aborda la obligación de almacenamiento previo de los residuos sólidos (Art. 33) y presenta las características que deben tener los sistemas de almacenamiento colectivo y temporal de residuos sólidos (Art. 35). También define las normas básicas del servicio de recolección y transporte (Art. 40).

En el Art. 80 se definen los que estarán obligados a la formulación y ejecución de planes de Manejo y en el Art. 84 se incluye el contenido mínimo de los planes de manejo de residuos sólidos.

Los Arts. 100 y 101 establecen que el Plan de Manejo de Residuos Sólidos debe considerar un Plan de Contingencias para enfrentar situaciones de emergencia y describen las medidas a ser mínimamente contempladas.

La Ley N° 2333/03 aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, suscrito por la República del Paraguay en 2001. En el Art. 3º se establecen medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencionales de los productos listados en sus Anexos B y A, respectivamente, y en el Art. 5º, medidas para la producción y utilización no intencionales.

Las categorías de fuentes de contaminantes que se puede tener en el proyecto de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela son las relacionadas a la producción y utilización no intencionales. Entre ellas citase la quema a cielo abierto de desechos, fuentes de combustión domésticas, y vehículos de motor, en particular los que utilizan gasolina con plomo como combustible.

La Ley N° 2333/03 establece también las medidas generales de prevención relativas a las mejores técnicas disponibles y a las mejores prácticas ambientales, a ser adoptadas por los proyectos. Entre ellas, las siguientes se pueden adoptar en el proyecto de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela:

- a) Utilización de una tecnología que genere pocos desechos;
- b) Utilización de sustancias menos peligrosas;
- c) Fomento de la regeneración y el reciclado de los desechos y las sustancias generadas y utilizadas en los procesos;
- d) Substitución de materias primas que sean contaminantes orgánicos persistentes o en el caso de que exista un vínculo directo entre los materiales y las liberaciones de contaminantes orgánicos persistentes de la fuente;
- e) Programas de buen funcionamiento y mantenimiento preventivo;
- f) Mejoramiento de la gestión de desechos con miras a poner fin a la incineración de desechos a cielo abierto.

### **Protección de recursos hídricos superficiales y subterráneos**

- Ley N° 836, de 15 de diciembre de 1980, que establece el Código Sanitario;
- Decreto N° 18831, de 16 de diciembre de 1986, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente;
- Resolución SG N° 585/1995, por el cual se reglamenta el control de la calidad de los recursos hídricos relacionados con el saneamiento ambiental;
- Ley N° 1160, de 26 de noviembre de 1997 - Código Penal de la República del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 222, de 22 de abril de 2002, que establece el padrón de las aguas en el territorio nacional;
- Resolución SEAM N° 2155, de 21 de diciembre de 2005, que establece las especificaciones de construcción de pozos tubulares destinados a la captación de aguas subterráneas;
- Resolución SEAM N° 50, de 24 de enero de 2006, que establece las normativas para la gestión de los recursos hídricos del Paraguay de acuerdo al Artículo 25º de la Ley N° 1561/2000 que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente;
- Resolución SEAM N° 255, de 17 de febrero de 2006, que establece la clasificación de las aguas superficiales de la República del Paraguay;
- Ley N° 3239, de 10 de julio de 2007, de los recursos hídricos del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 2194, de 27 de diciembre de 2007, por la cual se establece el registro nacional de recursos hídricos, los procedimientos para la inscripción en el mismo y para el otorgamiento del certificado de disponibilidad de recursos hídricos.

La Ley N° 3239/07, de los recursos hídricos del Paraguay, tiene por objeto regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas y los territorios que la producen, cualquiera sea su ubicación, estado físico o su ocurrencia natural dentro del territorio paraguayo, con el fin de hacerla social, económica y ambientalmente sustentable para las personas que habitan el territorio de la República del Paraguay.

Estipula que, para los efectos de aplicación de las normativas de gestión de los recursos hídricos y teniendo en cuenta la política descentralizada y participativa, se hace necesaria la conformación de comisiones de cuencas y sub-cuencas, a ser integradas por los grandes usuarios del recurso agua y las asociaciones locales y sectoriales, para conciliar sus acciones por la política de gestión delineadas por el sector público, siendo el agua superficial y subterránea de dominio público, de acuerdo al código civil y sus modificaciones.

Según el Art. 25, tendrá privilegio la declaración de áreas protegidas en: las zonas de nacientes o manantiales de agua, los ecosistemas de humedales, las zonas de recarga de acuíferos y las zonas necesarias para la regulación del caudal ambiental de las aguas.

El Art. 27 establece que la SEAM, en coordinación con el Ministerio de Salud y Bienestar Social, determinará los niveles de calidad que deberán tener las aguas superficiales, subterráneas y atmosféricas, según las distintas clasificaciones que al efecto realice.

Para uso de los recursos hídricos o sus cauces se necesita un permiso o una concesión (Artículo 32). Según el Artículo 34, se deberá realizar el pedido de permiso o concesión ante la autoridad de los recursos hídricos. Se podrá otorgar permiso de uso de los recursos hídricos para (Artículo 37):

- a) Pequeñas utilidades de agua.
- b) Usos de carácter transitorio.
- c) Vertidos de efluentes.

El titular de un permiso adquiere un derecho precario de carácter público al uso del agua, aunque no el dominio ni ningún otro derecho de propiedad sobre la misma (Artículo 39).

De acuerdo con el Art. 7º de la Resolución SEAM N° 2194/2007, el certificado de disponibilidad de recursos hídricos será un requisito previo al otorgamiento de la Declaración de Impacto Ambiental.

El Art. 66 del Código Sanitario establece que queda prohibida toda acción que deteriore el medio natural, disminuyendo su calidad, tornándolo riesgoso para la salud. El Art. 83, por su vez, prohíbe arrojar en las aguas de uso doméstico y de aprovechamiento industrial, agrícola o recreativo, sustancias que produzcan su contaminación o polución y que puedan perjudicar, de cualquier modo, la salud del hombre y de los animales.

El Decreto N° 18831/86 también establece, en su Art. 4º, prohibición de “verter en las aguas, directa o indirectamente, todo tipo de residuos, sustancias, materiales o elementos sólidos, líquidos o gaseoso o combinaciones de éstos, que puedan degradar o contaminar las aguas o los suelos adyacentes, causando daño o poniendo en peligro la salud o la vida humana, la flora, la fauna o comprometiendo su empleo en explotaciones agrícolas, ganaderas, forestales o su aprovechamiento para diversos usos”.

De acuerdo con el Art. 197 de la Ley N° 1160/97, “el que indebidamente ensuciara o, alterando sus cualidades, perjudicara las aguas, será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco (5) años o con multa” y que “cuando el hecho se realizara vinculado con una actividad industrial, comercial o de la administración pública, la pena privativa de libertad podrá ser aumentada hasta diez (10) años”.

El Art. 1º de la Resolución SEAM N° 222/02 clasifica las aguas del Territorio Nacional en 4 clases: Clase 1 – aguas destinadas a los abastecimientos domésticos después del tratamiento simplificado; Clase 2 - aguas destinadas para abastecimiento doméstico después de los tratamientos convencionales; Clase 3 - aguas destinadas en abastecimiento doméstico, después del tratamiento especial; y Clase 4 - aguas destinadas para la navegación, para armonía paisajística, y para los usos menos exigentes.

El Art. 7º establece las condiciones y criterios para descarga de los efluentes de cualquier fuente contaminante, directa e indirectamente, en el cuerpo receptor. Los valores máximos admisibles para descarga de los parámetros se muestran en la **Tabla 3.2.2.a**. En la misma tabla se muestran los valores de referencia de las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC.

**Tabla 3.2.2.a**  
**Valores Máximos Admisibles**

Sustancias, Condiciones y Criterios	Límites establecidos por la Resolución SEAM N° 222/2002	PPAH - <i>Pollution Prevention and Abatement Handbook</i>	Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC
pH	5 a 9	6 a 9	6 a 9
DBO 5d 20° C	50 mg/l	50 mg/l	30 mg/l
DQO	150 mg/l	250 mg/l	125 mg/l
Temperatura	< 40° C	-	-
Elevación de Temperatura del Cuerpo Receptor	3° C	3° C	-
Materias sedimentables (test 1 h como Imhoff)	< 1 ml/l	-	-
Régimen de Lanzamiento	con caudal máximo < 1,5 veces a razón media del periodo critico	-	-
Aceites Minerales	< 20 mg/l	< 10 mg/l	< 10 mg/l
Aceites Vegetales y Grasas Animal	50 mg/l	10 mg/l	10 mg/l
Sólidos totales en Suspensión	-	50 mg/l	50 mg/l
Materias Flotantes	0	-	-
Amonio (N)	5,0 mg/l	-	-
Arsénico (As)	0,5 mg/l	-	-
Bario (Ba)	5,0 mg/l	-	-
Boro (Bo)	5,0 mg/l	-	-
Cadmio (Cd)	0,2 mg/l	-	-
Cianatos (CN)	0,2 mg/l	-	-
Plomo (Pb)	0,5 mg/l	-	-
Cobre (Cu)	1,0 mg/l	-	-
Cromo Hexavalente (Cr)	0,5 mg/l	-	-
Cromo Trivalente (Cr)	2,0 mg/l	-	-
Estaño (Sn)	4,0 mg/l	-	-
Índice de Fenoles (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	0,5 mg/l	0,5 mg/l	-
Fierro Soluble (Fe)	15 mg/l	-	-
Manganeso soluble (Mn)	1,0 mg/l	-	-
Mercurio total (Hg)	0,01 mg/l	-	-
Níquel (Ni)	2,0 mg/l	-	-
Plata (Ag)	0,1 mg/l	-	-
Selenio (S)	0,05 mg/l	-	-
Sulfatos (Se)	0,05 mg/l	-	-
Zinc (Zn)	5,0 mg/l	-	-
Nitrógeno Total (N)	40 mg/l	10 mg/l	10 mg/l
Fosforo Total (P)	4 mg/l	2 mg/l	2 mg/l
Coliformes Fecales	4000 NMP/100 ml	400 NMP/100 ml	400 NMP/100 ml

Según el Art. 8º de la Resolución SEAM N° 222/2002, no será permitida la disolución de efluentes industriales con aguas no contaminadas. El Art. 9º, por su vez, establece que, dependiendo de los padrones de calidad de cuerpo receptor, demostrando por estudio de auto depuración, la SEAM podrá autorizar el vertido por encima de los límites establecidos en el Art. 7º, dependiendo del tipo de tratamiento y las condiciones adecuadas para la operación.

Según el Art. 1º de la Resolución SEAM N° 2155/2005, la perforación de pozos tubulares para la captación de agua subterránea, independientemente de cual sea su destino, exploración o explotación, será ejecutada exclusivamente por las empresas registradas y autorizadas por la Dirección General de proyección y conservación de los Recursos Hídricos (DGPCRH).

La perforación u operación de pozos con capacidad superior a 1000 L sin la debida autorización será penada, según el Art. 2º de la Resolución SEAM N° 50/2006.

De acuerdo con el Art. 1º de la Resolución SEAM N° 255/2006, se declaran de Clase 2 todas las aguas de la República del Paraguay de conformidad a lo establecido en el Art. 3º de la Resolución N° 222/2002. La Resolución SEAM N° 255/2006 no se aplica a los recursos hídricos para una mejor clasificación (Clase 1), como las nacientes, surgentes o manantiales de los cursos de aguas que no presentan grave deterioro en el ecosistema al cual pertenece, o bien se encuentren conservadas ya sea por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, o por Reservas Naturales Privadas, declaradas por la SEAM.

### **Calidad del aire**

- Ley N° 836, de 15 de diciembre de 1980, que establece el Código Sanitario;
- Ley N° 251, de 4 de noviembre de 1993, que aprueba el convenio sobre “cambio climático” adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo – la cumbre para la tierra -, celebrada en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil;
- Ley N° 1160, de 26 de noviembre de 1997 - Código Penal de la República del Paraguay;
- Ley N° 1447, de 27 de mayo de 1999, que aprueba el Protocolo de Kyoto de La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático;
- Ley N° 1507, de 2 de noviembre de 1999, que aprueba las enmiendas del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono;
- Decreto N° 3980, de 6 de julio de 1999, por el cual se aprueba el reglamento de control de sustancias agotadoras de la capa de ozono y el uso de tecnologías alternativas;
- Ley N° 2889, de 23 de marzo de 2006, que aprueba la enmienda del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono;
- Ley N° 5211, de 3 de julio de 2014, de calidad del aire;
- Resolución SEAM N° 259, de 3 de julio de 2015, por la cual se establece parámetros permisibles de calidad del aire;
- Ley N° 5875, de 15 de septiembre de 2017, Ley Nacional de Cambio Climático;
- Resolución SEAM N° 78, de 5 de febrero de 2018, por la cual se fijan los valores límites de emisión de los contaminantes del aire provenientes de fuentes móviles y se deroga las Resoluciones 520 B/08 y 001/07.

Según el Art. 198 de la Ley N° 1160/1997, que prevé la contaminación del aire, se establece que el que utilizando instalaciones o aparatos técnicos, indebidamente contaminara el aire, será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco (5) años o con multa” y que “cuando el hecho se realizara vinculado con una actividad industrial, comercial o de la administración pública, la pena privativa de libertad podrá ser aumentada hasta diez (10) años”.

El Art. 1º de la Resolución SEAM N°259/15 establece los siguientes parámetros de calidad del aire:

Contaminantes	Media Anual	Media en 24 h	Media en 8 h	Media en 1 h
MP <sub>2,5</sub>	15 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>		
MP <sub>10</sub>		150 µg/m <sup>3</sup>		
O <sub>3</sub>			120 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>			200 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>		20 µg/m <sup>3</sup>		
CO			10 µg/m <sup>3</sup>	

El Art. 12 de la Ley N° 5221/14 define como sustancias contaminantes las siguientes: monóxido de carbono (CO), Óxidos de Azufre (SOx), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Contaminantes Climáticos de Vida Corta, Material Particulado, Compuestos Peligrosos del Aire (CPA), Sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, Contaminantes orgánicos persistentes (COP), Gases de efecto invernadero, y metales pesados.

**Tabla 3.2.2.b**  
**Límites de Emisiones Permitidos**

Contaminante	PPAH - <i>Pollution Prevention and Abatement Handbook</i> <sup>1</sup>
Material particulado	50 mg/Nm <sup>3</sup> para 50 MWe 100 mg/Nm <sup>3</sup> < 50MWe
Óxidos de Nitrógeno (como NO <sub>2</sub> )	carbón – 750 mg/Nm <sup>3</sup> petróleo – 460 mg/Nm <sup>3</sup> gas - 320 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	2,000 mg/Nm <sup>3</sup>

Respecto a los límites para emisiones atmosféricas, la Resolución SEAM N° 78/18 establece los límites para emisiones vehiculares. Para las fuentes fijas, la legislación paraguaya no estableció límites. Se adoptarán los estándares de las guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC.

En cuanto al cambio climático y la protección de la capa de ozono, la Ley N° 1507/99 aprueba las enmiendas del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono y la Ley N° 251/1993 aprueba el convenio sobre cambio climático, adoptado durante la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo.

<sup>1</sup> *Pollution Prevention and Abatement Handbook. 1998. Toward Cleaner Production. The World Bank Group Washington, D.C.*

## Control de ruido

- Ley N° 836, de 15 de diciembre de 1980, que establece el Código Sanitario;
- Ley N° 1100, de 26 de agosto de 1997, de prevención de la polución sonora.

Según el Art. 129 de la Ley N° 836/80, el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social arbitrará las medidas a prevenir, disminuir o eliminar las molestias públicas provenientes de ruidos, sonidos o vibraciones que puedan afectar la salud y el bienestar de la población, y a su control en coordinación con las autoridades competentes. El Ministerio identificará y examinará las fuentes y formas prevalentes de ruidos, sonidos y vibraciones que afecten o puedan afectar a la salud debiendo establecer normas relativas a los límites tolerables de su exposición a ellos (Art. 130).

La Ley N° 1100/97 prevé, en el Artículo 2º, que queda prohibido causar ruidos y sonidos molestos así como vibraciones cuando por razón de horario, lugar o intensidad afecten la tranquilidad, el reposo, la salud y los bienes materiales de la población.

El Art. 5º establece que en los establecimientos laborales se prohíbe el funcionamiento de maquinarias, motores y herramientas sin las debidas precauciones necesarias para evitar la propagación de ruidos, sonidos y vibraciones molestos que sobrepasen los decibeles que determina el Art. 9º. Las maquinarias que producen vibraciones deberán estar suficientemente alejados de las paredes medianeras, o tener aislaciones adecuadas que impidan que las mismas se transmitan a los vecinos.

Según el Art. 9º, se consideran ruidos y sonidos molestos a los que sobrepasen los niveles promedios que se especifican en la **Tabla 3.2.2.c**.

**Tabla 3.2.2.c**

**Niveles admisibles de ruido, de acuerdo con el Artículo 9º de la Ley N° 1100/1997**

Ámbito	Noche 20 h a 7 h	Día 7 h a 20 h	Pico ocasional* 7 h a 12 h 14 h a 19 h
<b>Medidos en decibeles "A" – dB (A)</b>			
Áreas residenciales, de uso específico, espacios públicos: áreas de esparcimiento, parques, plazas y vías públicas	45	60	80
Áreas mixtas, zonas de transición, de centro urbano, de programas específicos, zonas de servicios y edificios públicos	55	70	85
Zona industrial	60	75	90

\* Los picos ocasionales se refieren a los ruidos y sonidos discontinuos que sobrepasen los niveles permitidos del ámbito correspondiente y que se producen ocasionalmente en el día, considerándose como máximo 20 picos por hora. Este nivel de ruido y sonido se permite solamente de 7 h a 12 h y de 14 h a 19 h.

La **Tabla 3.2.2.d** muestra los niveles de referencia de las directrices del Banco Mundial (PPAH) y las guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC, en comparación con los niveles de ruido permitidos en el Paraguay, establecidos en la Ley N° 1100/1997.

**Tabla 3.2.2.d**  
**Niveles de Ruido Permitidos**

Ámbito	Periodo	Ley Nº 1100/1997	PPAH	Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC
<b>Medidos em decibels “A” – dB (A)</b>				
Áreas Residenciales, institucionales y educativos	Día	60	55	55
	Noche	45	45	45
Zona Comercial	Día	70	-	70
	Noche	55	-	70
Zona industrial	Día	75	70	70
	Noche	60	70	70

Nota: El IFC considera que el período durante el día 07:00-22:00, mientras que en Paraguay, se considera el período durante el día 07:00-20:00 h.

De acuerdo con el Artículo 198 de la Ley Nº 1160/1997, “el que utilizando instalaciones o aparatos técnicos, indebidamente emitiera ruidos capaces de dañar la salud de las personas fuera de la instalación; será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco años o con multa.” El Artículo también prevé que el que realizara el hecho mediante una conducta culposa será castigado con pena privativa de libertad de hasta dos años o con multa.

Los límites del ruido para los ambientes de trabajo deben cumplir con los estándares de las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC.

La máxima exposición diaria permisible por ruidos y sonidos molestos causados dentro de los locales con actividades laborales, industriales, comerciales y sociales se establece en el Art. 10 de la Ley Nº 1160/1997.

#### **Radiación Electromagnética**

- Decreto Nº 10071, de 2 de marzo de 2007, por el cual se aprueba la norma que fija los límites máximos permisibles (LPM) para la exposición de las personas a las radiaciones no ionizantes (RNI).

El Decreto Nº 10071/07, que fue promulgado a instancias de una presentación del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, es de carácter obligatorio en la República del Paraguay, para las entidades del Estado, las personas físicas y jurídicas, nacionales o extranjeras, que realicen actividades que generen campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, en la gama de frecuencias de 0 Hz a 300 GHz y que pueden interactuar directamente con el cuerpo humano a través de mecanismos de acoplamiento o absorción de energía.

Los límites establecidos en el Anexo 3 del Decreto Nº 10071/07 (ver **Tabla 3.2.2.e**) se aplican a actividades que generen campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en la gama de frecuencias de 0 Hz a 300 GHz, en que se incluyen la LT y las SE que forman parte de este proyecto.



Los titulares deben realizar monitoreo de sus instalaciones, para garantizar que las radiaciones electromagnéticas no excedan los límites establecidos por el Decreto (Art. 5º).

**Tabla 3.2.2.e**

**Límites de Referencia ICNIRP (0 Hz a 300 GHz, valores eficaces no perturbados)**

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético H (A/m)	Densidad de flujo magnético B (T)	Densidad de potencia de onda plana equivalente $S_{eq}$ (W/m²)
<b>Ocupacional</b>	Hasta 1 Hz		$1,63 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	-
	1 – 8 Hz	20.000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$4 \times 10^5 / f^2$	-
	8 Hz – 25 kHz	20.000	$2 \times 10^4 f$	$2,5 \times 10^4 / f$	-
	0,025 - 0,82 kHz	$500/f$	$20/f$	$25/f$	-
	0,82 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-
	0,065 - 1 MHz	610	$1,6/f$	$2,0/f$	-
	1 – 10 MHz	$610f$	$1,6/f$	$2,0/f$	-
	1 – 400 MHz	61	0,16	0,2	10
	400 - 2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	$f/40$
	2 – 300 GHz	137	0,36	0,45	50
<b>Público en general</b>	Hasta 1 Hz		$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	-
	1 – 8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
	8 Hz – 25 kHz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	-
	0,025 - 0,82 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
	0,8 - 3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
	3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
	0,15 – 1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
	1 – 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
	10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
	400 – 2000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
	2 – 300 GHz	61	0,16	0,20	10

Fuente: Anexo 3 del Decreto N° 10071/07.

**Tabla 3.2.2.f**

**Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC**

Frecuencia	Tipo de exposición	Campo Eléctrico (V/m)	Campo Magnético (µT)
50 Hz	Público en general	5.000	100
	Exposición laboral	10.000	500
60 Hz	Público en general	4.150	83
	Exposición laboral	8.300	415

### 3.2.3

#### Protección de la Flora y Fauna

##### Flora

- Ley N° 422, de 16 de noviembre de 1973, Forestal;
- Ley N° 758, de 24 de septiembre de 1979, que aprueba y ratifica la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna, y de las bellezas escénicas naturales de los países de América;
- Decreto N° 18.831, de 16 de diciembre de 1986, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente;
- Ley N° 96, de 24 de diciembre de 1992, de vida silvestre;
- Ley N° 253, de 4 de noviembre de 1993, que aprueba el convenio sobre diversidad biológica, adoptado durante la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y desarrollo - la cumbre para la tierra -, celebrado en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil;
- Ley N° 515, de 9 de diciembre de 1994, que prohíbe la exportación y tráfico de rollos, trozos y vigas de madera;
- Ley N° 536, de 16 de enero de 1995, de fomento a la forestación y reforestación;
- Ley N° 542, de 23 de marzo de 1995, de los recursos forestales;
- Ley N° 716, de 2 de mayo de 1996, que sanciona delitos contra el medio ambiente;
- Ley N° 816, de 14 de diciembre de 1996, que adopta medidas de defensa de los recursos naturales;
- Ley N° 2524, de 4 de noviembre de 2004, de prohibición en la región oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques;
- Ley N° 2717, 04 de octubre de 2005, que modifica el artículo 6° de la ley n° 716/96;
- Ley N° 3139, de 22 de diciembre de 2006, que prorroga la vigencia de los arts. 2º y 3º y amplía la ley 2524/04;
- Resolución SEAM N° 2242, de 15 de noviembre de 2006, por la cual se aprueba el listado de las especies protegidas de la vida silvestre amenazadas de extinción;
- Resolución SEAM N° 2243, de 15 de noviembre de 2006, por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre en peligro de extinción;
- Ley N° 3001, de 30 de agosto de 2006, de valoración y retribución de los servicios ambientales;
- Ley N° 4014, de 27 de mayo de 2010, de prevención y control de incendios;
- Ley N° 4241, 19 de agosto de 2010, de restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional;
- Decreto N° 9824, de 3 de octubre de 2012, por el cual se reglamenta la Ley N° 4241/10;
- Resolución SEAM N° 614, de 14 de enero de 2013, por la cual se establecen las ecorregiones para las regiones oriental y occidental del Paraguay;
- Decreto N° 11202, de 11 de junio de 2013, por el cual se reglamenta parcialmente el Art. 11 de la Ley 3001/06 y se establece el mecanismo para avanzar en la reglamentación del Art. 8 de la misma;

- Resolución SEAM N° 1093, de 14 de agosto de 2013, por la cual se establece el valor nominal de los certificados de servicios ambientales de las ecorregiones de la región oriental y occidental del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 199, de 04 de octubre de 2013, por la cual se establecen las condiciones y requisitos para poder certificar los servicios ambientales que produzcan los bosques, así como las condiciones y los requisitos para que los adquirentes de certificados de servicios ambientales de bosques puedan utilizarlos para compensar el déficit de reserva legal de bosques naturales, de acuerdo con las Leyes 422/73 y 3001/06;
- Resolución SEAM N° 352, de 21 de noviembre de 2013, por la cual se establecen las tasas a ser percibidas, en el marco de la Ley N° 3001/06, en vista a la aplicación de la Resolución 199/13 a los proyectos presentados a la SEAM;
- Resolución SEAM N° 289, de 01 de noviembre de 2013, por la cual se aprueba la metodología técnica para la identificación de los índices de conservación de pastizales naturales relativo en cumplimiento de la Ley 3001/06;
- Resolución N° 07, de 4 de enero de 2017, por la cual se establece las condiciones y requisitos para poder certificar los servicios ambientales de belleza escénica que producen las áreas silvestres protegidas, sean estatales o privadas, debidamente declaradas como tales; dentro del marco de la Ley N° 3001/06 de valoración y retribución de los servicios ambientales;
- Resolución SEAM N° 611, de 17 de noviembre de 2017, por la cual se establecen los requisitos y las condiciones para adherirse al Régimen de Servicios Ambientales;
- Resolución SEAM N° 344, de 15 de junio de 2018, por la cual se actualiza el mecanismo de adquisición de certificados para compensación de proyectos de obras o actividades de alto impacto, el registro de certificados de servicios ambientales, los formularios n° 1, 2 y 3, los lineamientos de monitoreo y se establece el proceso de extensión de los certificados de servicios ambientales en el marco de la Ley N° 3001/06.
- Ley N° 6.256, de 14 de diciembre de 2018, que prohíbe en la Región Oriental las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques. Modifica los Arts. 2º y 3º de la Ley N° 2.524/04 (Ley de Deforestación Cero).

#### Procedimientos de la ANDE

- Resolución N° 41783, de 8 de enero de 2019, por la que se aprueba la política institucional de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) de La Administración Nacional de Electricidad.

La Ley N° 422/73, Forestal, crea el Servicio Forestal Nacional, con el fin de administrar, promover y desarrollar los recursos forestales del país, en cuanto a su defensa, mejoramiento, ampliación y racional utilización.

Según el Art. 21, están sometidos al régimen de la Ley N° 422/73 todos los bosques y tierras forestales en el territorio del país. El Art. 23 de la Ley N° 342/95, a su vez, define ciertas características y usos de bosques y tierras susceptibles de expropiación para utilidad pública.

Según el Art. 47 de la Ley N° 342/95, de los recursos forestales, toda actividad de desmonte sólo podrá iniciarse previa autorización del Servicio Forestal Nacional.

El transporte y la comercialización de las maderas y otros productos forestales necesitan de guías expedidas por el Servicio Forestal Nacional, con especificación de cantidad, especie, peso o volumen, procedencia y destino del producto transportado (Art. 27 de la Ley N° 342/95). El aprovechamiento, industrialización, comercio de productos forestales y la reforestación con fines de producción necesitan de inscripción en el Servicio Forestal Nacional (Art. 29).

En el Art. 45 de la Ley N° 342/95 se establece que todas las propiedades rurales, cualquiera sea su extensión, deberán mantener el 25% (veinte y cinco por ciento) de su área de bosque natural. En caso de no tener este porcentaje mínimo, el propietario deberá forestar hasta alcanzar el 5% (cinco por ciento) para propiedades hasta de 100 (cien) hectáreas y hasta el 10% (diez por ciento) para propiedades de más de 100 (cien) hectáreas de la superficie del predio y de acuerdo a las normas vigentes.

Según el Art. 12 de la Ley N° 3001/06, quienes no hayan cumplido con el requisito de reserva legal de bosques naturales establecido en la Ley N° 422/73 deberán adquirir Certificados de Servicios Ambientales hasta compensar el déficit de dicha reserva legal. La Secretaría del Ambiente (SEAM) determinará por resolución las condiciones por las cuales aquellas personas, físicas o jurídicas, en cuyas propiedades no se cumpla con el requisito de reserva legal de bosques naturales establecido en la Ley N° 422/73, deberán adquirir Certificados de Servicios Ambientales.

El Certificado de Servicios Ambientales es un título valor libremente negociable por quienes no están obligados en virtud de esta Ley o por sentencia judicial a invertir en servicios ambientales, y podrán negociarse en el mercado internacional para el pago de compensaciones medioambientales efectuadas por las personas físicas o jurídicas obligadas al efecto por las actividades o explotaciones que realicen y que sean consideradas nocivas para el ambiente. También podrán utilizarse para la compensación de tributos locales o nacionales como el IMAGRO, el Impuesto Inmobiliario y el Impuesto a la Renta Personal (Art. 8º).

El Art. 2º de la Resolución SEAM N° 199/13 establece áreas forestales, además de las áreas forestales mantenidas como reserva legal establecida por la Ley N° 422/73 y de las áreas establecidas como franjas de protección de cauces hídricos de la Ley N° 4241/10, que pueden utilizarse como servicios ambientales. Esta resolución presenta también las condicionantes y requisitos técnicos para certificación de bosques naturales.

La Resolución SEAM N° 289/13, por su vez, establece condicionantes y requisitos para certificación de pastizales naturales bajo el régimen de servicios ambientales. También hay como certificar los servicios ambientales de belleza escénica que producen las Áreas Silvestres Protegidas. La Resolución SEAM N° 17/17 establece condicionantes y requisitos para certificación de estas áreas.

La Resolución SEAM N° 611/17 establece los requisitos y condiciones generales para adherirse al régimen de servicios ambientales.

La Resolución SEAM N° 1093/13 establece los valores nominales para el cálculo de los servicios ambientales para cada ecorregión del Paraguay. Según el mapa de ecorregiones establecido en la Resolución SEAM N° 614/13, el trazo de la LT intercepta 3 ecorregiones: Litoral Central, Selva

Central y Alto Paraná. Para esas ecorregiones, los valores nominales para el cálculo de los servicios ambientales, según el Art. 1º de la Resolución SEAM N° 1093/13 son:

Ecorregiones	Guaraní/hectárea/año
Litoral Central	5.152.526
Selva Central	3.751.331
Alto Paraná	3.311.404

De acuerdo con el Art. 6º del Decreto N° 18.831/86, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente, se prohíben los desmontes sin solución de continuidad, en superficies mayores de 100 (cien) hectáreas, debiendo dejarse entre parcelas, franjas de bosque de 100 (cien) metros de ancho como mínimo.

El Art. 7º establece que en las parcelas donde se hayan realizado desmontes mayores a los establecidos en el presente Decreto se deberá proceder a su reforestación en forma inmediata con el fin de alcanzar a mediano y largo plazo las condiciones establecidas en el Artículo 6º.

La Ley N° 96/92, crea el Sistema de Protección y Conservación de la Vida Silvestre e regula la protección, manejo y conservación de la vida silvestre del país.

Según el Art. 25, se considerará susceptible de protección y conservación permanente la flora silvestre localizada en aquellos ambientes valiosos por su importancia o rareza ecológica.

El Art.26, por su vez, establece que las especies de la flora silvestre utilizadas en la medicina popular o en otros usos con valores sociales relevantes, estarán sujetas a regulaciones específicas por parte de la Autoridad de Aplicación.

Según su Art. 33, la Autoridad de Aplicación concederá autorizaciones para la colección, explotación, comercialización, tránsito, importación, exportación y reexportación de elementos de la flora silvestre, sea en carácter permanente u ocasional, con base en estudios científicos y atendiendo a lo dispuesto por los convenios internacionales vigentes, siempre que dichas actividades:

- a) No afecten directa o indirectamente a especies amenazadas de extinción, raras o endémicas;
- b) Guarden positiva relación, en su frecuencia o intensidad, con la biología de cada especie;
- c) Permitan la reproducción normal y equilibrada tanto de las especies aprovechadas como la de los demás organismos que dependen de ellas;
- d) No supongan un peligro para la supervivencia o desarrollo normal de otros organismos, ni para la salud humana;
- e) No atenten contra los derechos, intereses y costumbres de parcialidades indígenas u otras minorías protegidas; y,
- f) No estén prohibidas o sujetas a restricción por otras normas legales.

La Ley N° 6.256/18 establece, en su Art. 2º, que se prohíbe en la Región Oriental, realizar actividades de transformación o conversión de superficies con cobertura de bosques, a superficies destinadas al aprovechamiento agropecuario en cualquiera de sus modalidades; o superficies destinadas a asentamientos humanos; así como la producción, transporte y comercialización de madera, leña, carbón y cualquier subproducto forestal originado del desmonte no permitido. Así también se cita en el Art. 3º la prohibición de emisión de permisos, licencias, autorizaciones y cualquier otra modalidad de documento jurídicamente válido, que ampare la transformación o conversión de superficies con cobertura de bosques nativos. Los bosques se inscribirán en un registro especial, habilitado en el Instituto Forestal Nacional (INFONA) y no podrán ser objeto de la reforma agraria y se declararán inexpropiables.

Según el Art. 1º de la Resolución SEAM N° 2243/06, las especies en peligro en extinción son aquellas que no podrán ser explotadas ni industriales ni comercialmente, a excepción de aquellas especies que provienen de planes de manejos aprobados por la Autoridad competente y que cuentan con sus correspondientes Licencias Ambientales. La actualización del listado de las especies de Flora Nativa en peligro de extinción se presenta en el Anexo I de esta Resolución.

El listado de las especies de Flora Nativa amenazadas de extinción en Paraguay se presenta en la Resolución SEAM N° 2242/06 y en la Resolución SEAM N° 2243/06, que actualiza la primera.

La Ley N° 4241/10, en el Art. 2º, declara como zonas protectoras a las áreas naturales que bordean a los cauces hídricos. También establece en su Art. 9º que los bosques protectores deberán mantenerse o restablecerse en proporción directa con el ancho del cauce hídrico y las particularidades de las regiones naturales del país. De acuerdo con este artículo, el Instituto Forestal Nacional – INFONA (creado por la Ley N° 3464/2008) establecerá los parámetros mínimos y máximos exigibles para su cumplimiento, así como el tipo de especies a ser implantadas, de acuerdo con el Artículo 23, Inc. b) de la Ley N° 3239/07.

Acerca de la prevención y control de incendios, el Art. 5º de la Ley N° 4014/10, establece que será facultad de los municipios locales de todo el país, en coordinación ineludible con la “Red Paraguaya de Prevención, Monitoreo y Control de Incendios”, expedir autorizaciones de Quema Prescripta, que es la técnica de encendido efectuada bajo condiciones tales que permiten suponer que el fuego se mantendrá dentro de un área determinada (Art. 1º).

La sección relativa al medio ambiente de la Resolución N° 41783/19 informa que la empresa adopta prácticas destinadas a:

- Promover la sostenibilidad de los recursos forestales a través de políticas o programas específicos de la verificación del origen y de la cadena de producción de los insumos madereros y forestales utilizados en la operación de la empresa.
- Realizar programas de protección de la diversidad de la fauna y flora y del medio ambiente en general estableciendo lineamientos que comprendan: mecanismos de educación y promoción medioambiental con sus servidores públicos y con las comunidades; uso de tecnologías limpias; manejo de desechos; y el uso de recursos renovables.

## Fauna

- Ley N° 758, de 24 de septiembre de 1979, que aprueba y ratifica la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna, y de las bellezas escénicas naturales de los países de América;
- Ley N° 96, de 24 de diciembre de 1992, de vida silvestre;
- Ley N° 350, 21 de abril de 1994, que aprueba la convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como habitat de aves acuáticas;
- Ley N° 716, de 2 de mayo de 1996, que sanciona delitos contra el medio ambiente;
- Ley N° 1314, de 6 de agosto de 1998, que aprueba la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres;
- Ley N° 2717, 04 de octubre de 2005, que modifica el artículo 6° de la ley n° 716/96;
- Resolución SEAM N° 2242, de 15 de noviembre de 2006, por la cual se aprueba el listado de las especies protegidas de la vida silvestre amenazadas de extinción;
- Resolución SEAM N° 263/07, por la cual se establece la Clasificación General de las Categorías incluidas dentro de las Especies Protegidas de la Vida Silvestre;
- Resolución SEAM N° 632, de 01 de diciembre de 2017, por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase mammalia (mamíferos);
- Resolución N° 254, de 9 de mayo de 2019, por la cual se actualiza el listado de especies protegidas de la vida silvestre de la clase aves.

Según la Ley N° 96/92, estarán protegidas y conservadas con regulaciones específicas aquellas especies de fauna que se desarrollen en ambientes restringidos o hábitat muy alterados por el hombre (Art. 27). Además, se adoptarán todas las medidas para preservar las especies que se hallen en peligro de extinción o en proceso de disminución de su población (Art. 34).

El Art. 37 prohíbe la caza de animales silvestres. Sin embargo, en el Art.39 se dispone que la caza autorizada por los reglamentos de esta ley podrá ser practicada previo permiso expedido por la Autoridad de Aplicación, la que para otorgarlo atenderá exclusivamente a los criterios de protección de la vida silvestre, siempre y cuando se cuente con estudios que respalden el permiso de caza. Las licencias o permisos de caza serán de carácter personal, de validez temporal e intransferible; su exhibición será obligatoria cuando las autoridades la requieran.

El Art. 5° de la Ley N° 716/96 establece que serán sancionados con penitenciaría de uno a cinco años y multa de 500 (quinientos) a 1.500 (mil quinientos) jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas:

*a) Los que destruyan las especies de animales silvestres en vías de extinción y los que trafiquen o comercialicen ilegalmente con los mismos, sus partes o productos;*

Según el Art. 6° de la Ley N° 2717/05, el que infrinja las normas y reglamentos que regulan la caza, la recolección o la preservación del hábitat de especies declaradas endémicas o en peligro de extinción será castigado con pena privativa de libertad de uno a cinco años o con multa de

quinientos a mil jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas. En ambos casos se aplicará, además, el comiso de los elementos utilizados para el efecto.

La Resolución SEAM N° 263/07 categoriza las Especies Protegidas como: a) endémicas b) amenazadas de extinción c) raras d) en peligro de extinción. Esta resolución estipula además, que las Especies Protegidas no podrán ser susceptibles de uso comercial, a excepción de aquellas especies que provengan de viveros, cultivos y/o criaderos.

El listado de las especies de fauna silvestre (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) amenazadas de extinción en Paraguay se presenta en la Resolución SEAM N° 2242/06.

Específicamente para los mamíferos, el listado de las especies amenazadas de extinción en Paraguay fue actualizado, ya no valiendo el listado de la Resolución N° 2242/06, sino el de la Resolución SEAM N° 632/17.

Específicamente para aves, el listado de las especies nativas en peligro de extinción en Paraguay se presenta en el Anexo I de la Resolución N° 254/19.

La Ley N° 1314/98 aprueba la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres y presenta las listas de especies migratorias en peligro (Apéndice I) y de especies migratorias que deban ser objeto de acuerdos (Apéndice II).

#### Compensación

- Ley N° 3001, de 30 de agosto de 2006, de valoración y retribución de los servicios ambientales.

De acuerdo con el Art. 11 de la Ley N° 3001/06, los proyectos de obras y actividades definidos como de alto impacto ambiental, tales como construcción y mantenimiento de caminos, obras hidráulicas, usinas, líneas de transmisión eléctrica, ductos, obras portuarias, industrias con altos niveles de emisión de gases, vertido de efluentes urbanos e industriales u otros, según el listado que al efecto determine el Poder Ejecutivo, deberán incluir dentro de su esquema de inversiones la compensación por servicios ambientales por medio de la adquisición de Certificados de Servicios Ambientales, sin perjuicio de las demás medidas de mitigación y conservación a las que se encuentren obligados. Las inversiones en servicios ambientales de estos proyectos de obras o actividades no podrán ser inferiores al 1% (uno por ciento) del costo de la obra o del presupuesto anual operativo de la actividad.

#### **3.2.4**

##### **Áreas Protegidas**

- Decreto N° 18.831, de 16 de diciembre de 1986, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente;
- Ley N° 352, de 29 de marzo de 1994, de áreas silvestres protegidas;



- Ley N° 350, de 21 de abril de 1994, que aprueba la convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas;
- Resolución DPNVS N° 79, de 09 de mayo de 2000, por el cual se establecen los procedimientos para la creación legal de las áreas silvestres protegidas bajo dominio privado del Paraguay;
- Decreto N° 21346, de 10 de junio de 2003, por el cual se declara como área silvestre protegida bajo dominio privado la reserva privada denominada Ypeti;
- Resolución SEAM N° 781, de 12 de mayo de 2005, por el cual se establecen los reglamentos para el uso de las áreas silvestres protegidas bajo dominio público;
- Resolución SEAM N° 1822, del 13 de septiembre de 2006, por la cual se aprueba el Plan de Manejo de la Reserva Privada denominada "Ypeti", ubicada en el distrito de Abaí, departamento de Caazapá;
- Ley N° 3239, de 10 de julio de 2007, de los recursos hídricos del Paraguay.

La Ley N° 352/94 regula el manejo y la administración del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del país, que corresponde al conjunto de Áreas Silvestres Protegidas de relevancia ecológica y social, bajo un manejo ordenado y dirigido que permita cumplir con los objetivos y políticas de conservación establecidas por la Nación.

El Art. 2º establece que se declara de interés social y de utilidad pública el SINASIP, el que será regulado por la presente Ley y sus reglamentos. En consecuencia, todos los habitantes, las organizaciones privadas, e instituciones del Estado, tienen la obligación de salvaguardar las Áreas Silvestres Protegidas.

En el Art. 3º se consigna textualmente lo siguiente: “Todas las Áreas Silvestres Protegidas bajo dominio público serán inalienables e intransferibles a perpetuidad”. El SINASIP es el conjunto de Áreas Silvestres Protegidas de relevancia ecológica y social, a nivel internacional, nacional, y local, bajo un manejo ordenado y dirigido, que permite cumplir con los objetivos y políticas de conservación establecidos por el gobierno paraguayo, según el Art. 5º.

En los Art. 6º y 7º son definidos los términos de la categoría de Gestión, que diferencia las áreas según el tipo de gestión o administración, y Zona de Amortiguamiento, que corresponde a la región adyacente al perímetro de la zona protegida, cuya responsabilidad es compartida entre la administración de la zona y las comunidades, y donde se objetiva el desarrollo sostenible a través de la educación socio-ambiental.

El Art. 9º define el Plan de Manejo como el documento preparado por un equipo multidisciplinario y con participación de representantes de la comunidad, donde se definen los objetivos, la categoría de manejo y los límites del área protegida, y donde se establecen los programas y acciones necesarios para la administración y gestión de los recursos. En el documento también se define la Zona de Amortiguamiento.

Según el Art. 12, todo proyecto que afecte a un Área Silvestre Protegida o a su zona de amortiguamiento, deberá contar con un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con el Art. 2º de la Resolución SEAM N° 781/05, que establece los reglamentos para el uso público de las Áreas Silvestres Protegidas bajo dominio público, está prohibido, dentro de estas áreas:

- Matar, dañar o asustar a los animales silvestres, o destruir a sus guardias, nidos similares;
- Destruir, arrancar o extraer las plantas de lugar;
- Colectar y/o extraer cualquier material, vivo o muerto, sin el permiso correspondiente de la Autoridad de Aplicación;
- Realizar cualquier actividad de prospección o producción relacionada directamente a los recursos naturales (agricultura, ganadería, minería, etc.) sin el permiso de la Autoridad de Aplicación;
- Descargar sustancias extrañas o cualquier tipo de residuos (sólidos, líquidos o gaseosos; conocidos o extraños; tóxicos o no) al suelo, al agua o al ambiente y depositar los mismos en sitios diferentes a los indicados para el efecto;
- Entre otras.

La verificación del cumplimiento de las disposiciones de la Resolución es encargo da Dirección de Áreas Silvestres Protegidas de la Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad (Art. 3º).

Los procedimientos para la creación legal de las áreas silvestres protegidas bajo dominio privado son definidos en la Resolución DPNVS N° 79/00.

El Art. 3º establece que la evaluación de la cantidad y calidad de los recursos naturales y de servicios ambientales estarán contenidas en la Justificación Técnica, que debe incluir, entre varios elementos, los siguientes:

- Descripción general;
- Presencia de recursos naturales y/o rasgos culturales únicos;
- Región natural o ecosistema;
- Especies de flora o fauna cuya conservación sea prioritaria;
- Presencia de áreas críticas como cuencas y sus nacientes;
- Grado de alteración de los recursos o rasgos;
- Presencia de asentamientos humanos;
- Categoría de manejo y fundamentación;
- Superficie propuesta;
- Delimitación sugerida y su zona de amortiguamiento;
- Fundamentación de la importancia del establecimiento del área silvestre protegida bajo dominio privado.

En el caso de lo proyecto en cuestión, hay apenas una Área Silvestre Protegida ubicada en la Área de Influencia Indirecta, la Reserva Natural Ypeti. La Reserva, ubicada en el Departamento de Caazapá, es un área silvestre protegida bajo dominio privado creada a través del Decreto N°

21346/03, con una superficie de 13.592.3385 hectáreas. El trazo propuesto para la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela está a cerca de 175 m del límite de la Reserva Natural Ypeti.

El Plan de Manejo de la Reserva Ypeti fue aprobado por la Resolución SEAM N° 1822/06.

Paraguay se adhiere a la convención Ramsar el 7 de octubre de 1995. La adhesión de Paraguay a la convención relativa a humedales de importancia internacional fue aprobada y ratificada por Ley N° 350/94.

El Art. 1º de la Ley N° 350/94 aprueba la convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. Los humedales son las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Con respecto a los humedales, el Art. 29 de la Ley N° 3239/07, de recursos hídricos de Paraguay, establece que el Estado reconocerá a los humedales como ecosistemas de gran importancia para la sociedad, y su conservación y manejo sustentable posibilitará el adecuado funcionamiento de los recursos hídricos en general.

La Ley N° 1160/97, el Código Penal de la República Del Paraguay, establece en el Art. 202 que “el que dentro de una reserva natural, un parque nacional u otras zonas de igual protección, mediante: Explotación minera; Excavaciones o amontonamientos; Alteración del hidro-sistema; Desección de humedales; Tala de bosques; o Incendio, perjudicara la conservación de partes esenciales de dichos lugares, será castigado con pena privativa de libertad de hasta dos (2) años o con multa”.

El Artículo 23, Inc. b) de la Ley N° 3239/07, a su vez, establece una zona de protección de fuentes de agua de un ancho de 100 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. Esta zona de protección de 100 m ya estaba prevista en el Art. 3º del Decreto N° 18.831/86.

En el Art. 25 también se declaran áreas protegidas las zonas de nacientes o manantiales de agua, los ecosistemas de humedales, las zonas de recarga de acuíferos y las zonas necesarias para la regulación del caudal ambiental de las aguas.

### 3.2.5

#### Pueblos Indígenas

- Ley N° 904, de 18 de diciembre de 1981, Estatuto de las Comunidades Indígenas;
- Ley N° 1372, de 19 de diciembre de 1988, que establece un régimen para la regularización de los asentamientos de las comunidades indígenas;
- Ley N° 43, de 2 de noviembre de 1989, por la cual se modifican disposiciones de la Ley n° 1372/88;

- Ley N° 919, de 11 de julio de 1996, que modifica y amplía varios artículos de la Ley N° 904/1981;
- Ley N° 234, de 19 de julio de 1993, que aprueba el convenio N° 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptando durante la 76ª conferencia internacional del trabajo, celebrada en Ginebra el 7 de junio de 1989;
- Ley N° 5469, de 7 de septiembre de 2015, de salud indígena;
- Decreto N° 1039, de 28 de diciembre de 2018, por el cual se aprueba el “protocolo para el proceso de consulta y consentimiento libre, previo e informado con los pueblos indígenas que habitan en el Paraguay”.

Con respecto a los Pueblos Indígenas, el Art. 64 de la Constitución Nacional, establece que “los pueblos indígenas tienen derecho a la propiedad comunitaria de la tierra, en extensión y calidad suficientes para la conservación y el desarrollo de sus formas peculiares de vida. El Estado les proveerá gratuitamente de estas tierras, las cuales serán inembargables, indivisibles, intransferibles, imprescriptibles, no susceptibles de garantizar obligaciones contractuales ni de ser arrendadas; asimismo, estarán exentas de tributo. Se prohíbe la remoción o traslado de su hábitat sin el expreso consentimiento de los mismos”.

El Estatuto de Comunidades Indígenas (Ley N° 904/81, y Ley N° 919/1996 que modifica y amplía varios de sus artículos) tiene por objeto la preservación social y cultural de las comunidades indígenas, la defensa de su patrimonio y sus tradiciones, el mejoramiento de sus condiciones económicas, su efectiva participación en el proceso de desarrollo nacional y su acceso a un régimen jurídico que les garantice la propiedad de la tierra y otros recursos productivos en igualdad de derechos con los demás ciudadanos (Art. 1º).

El Art. 14 de la Ley N° 904/81 define que el asentamiento de las comunidades indígenas atenderá en lo posible a la posesión actual o tradicional de las tierras. El consentimiento libre y expreso de la comunidad indígena será esencial para su asentamiento en sitios distintos al de sus territorios habituales, salvo razones de seguridad nacional.

La Ley N° 234/93 aprueba el convenio N° 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.

Según el Art. 4º, “1. deberán adoptarse las medidas especiales que se precisen para salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, las culturas y el medio ambiente de los pueblos interesados. 2. Tales medidas especiales no deberán ser contrarias a los deseos expresados libremente por los pueblos interesados. 3. El goce sin discriminación de los derechos generales de ciudadanía no deberá sufrir menoscabo alguno como consecuencia de tales medidas especiales”.

El ítem 1 del Art. 7º establece que “los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y

cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente”.

El Art. 15, establece que:

- 1. Los derechos de los pueblos interesados a los recursos naturales existentes en sus tierras deberán protegerse especialmente. Estos derechos comprenden la participación en la utilización, administración y conservación de dichos recursos.*
- 2. En caso de que pertenezca al Estado la propiedad de los minerales o de los recursos del subsuelo, o tenga derechos sobre otros recursos existentes en las tierras, los gobiernos deberán establecer o mantener procedimientos con miras a consultar a los pueblos interesados, a fin de determinar si los intereses de esos pueblos serían perjudicados, y en qué medida, antes de emprender o autorizar cualquier programa de prospección o explotación de los recursos existentes en sus tierras. Los pueblos interesados deberán participar siempre que sea posible en los beneficios que reporten tales actividades, y percibir una indemnización equitativa por cualquier daño que puedan sufrir como resultado de esas actividades.*

La Ley N° 5469/15, de la salud indígena, establece en su Art. 6°, que los derechos, beneficios y sus derivaciones que fueran originados por la aplicación o ejercicio de los conocimientos tradicionales, específicamente los relacionados a los recursos genéticos y medicinales, son de propiedad exclusiva de los Pueblos Indígenas en los cuales se hubieran originado o en los cuales se aplicaran dichos conocimientos. También establece la prohibición del acceso de terceros a los recursos genéticos y a lugares de ceremonias religiosas en los territorios indígenas sin el consentimiento otorgado el Pueblo Indígena que los conociera o practicara originariamente, en forma previa; libre e informada, conforme a los usos y pautas culturales de cada pueblo (Art. 7°).

El Decreto N° 1039/18 aprueba el protocolo para el proceso de consulta y consentimiento libre, previo e informado con los pueblos indígenas, a ser aplicado en todos los casos en que gobiernos locales, departamentales y nacionales, empresas, instituciones financieras internacionales y otras entidades públicas, privadas e inclusive indígenas como proponentes de proyectos, tengan interés en trabajar en el Paraguay y ejecutar actividades que puedan afectar los derechos a la tierra, territorios, la vida y los medios de vida tradicionales de los pueblos indígenas.

En el CAPÍTULO I. Reconocimiento de las partes en los procesos de consulta y consentimiento del Decreto, se define “1.3. .... *área afectada por el proyecto a aquella parte de las tierras y territorios tradicionales de los (pueblos indígenas afectados), de los que dependen para su sustento cultural, espiritual y físico, es decir, para su subsistencia y supervivencia como pueblo*”.

- 1.4. “Los pueblos indígenas tienen derechos a la consulta sobre cualquier proyecto que pueda afectar sus tierras, territorios, recursos naturales y medios de vida tradicionales”.*
- 1.6. Aunque el objetivo de todas las consultas deben ser la búsqueda de un acuerdo entre las partes, eso no significa que todos los procesos de consulta y consentimiento culminarán en el consentimiento y aprobación del proyecto, sea totalmente, en forma parcial o con modificaciones, por parte de los pueblos indígenas afectados.*

1.7. En el fundamento del derecho de los Pueblos Indígenas afectados a negociar y otorgar o no su consentimiento libre, previo e informado, está el reconocimiento que, en algunas circunstancias, los proponentes del proyecto deben aceptar que sus propuestas no serán ejecutadas y que ellos deberán terminar con las relaciones si los pueblos indígenas afectados deciden que no quieren empezar o continuar con las consultas, o si deciden no otorgar su consentimiento al proyecto. Por lo tanto, el proponente no tiene derecho a seguir demandando una relación con los pueblos indígenas afectados.

1.8. El proceso de consulta y consentimiento detallado más abajo es un proceso interactivo. Este no empieza simplemente cuando el consentimiento es otorgado por los pueblos indígenas afectados ni termina con su decisión de consentir el inicio del proyecto. Es un proceso en el que la consulta, la participación significativa y el consentimiento deben ser mantenidos mientras dure el proyecto, incluyendo todos los aspectos del desarrollo inicial, la evaluación, la planificación, la implementación, la vigilancia, el monitoreo y el cierre del proyecto. Los mecanismos por los que esta relación continúa deben ser acordados como parte del proceso de consentimiento inicial. Adicionalmente, los cambios materiales que ocurrieren luego del inicio del proyecto requerirán discusión y consentimiento adicional.

En el CAPÍTULO II. Permiso para consultar y buscar consentimiento, se establece que:

2.1. Todos los proponentes de proyectos en el Paraguay que planeen actividades que puedan afectar las tierras, territorios, recursos naturales y los derechos de los pueblos indígenas deben solicitar en forma escrita el permiso a los pueblos indígenas afectados para consultarles. Los proponentes de proyectos necesitan obtener el permiso para consultar durante las etapas iniciales de la planificación del proyecto, y no solamente cuando surge la necesidad de obtener la aprobación de los pueblos indígenas afectados. Los pueblos indígenas afectados deben decidir si otorga su permiso o negación por escrito. Todo proceso de consulta y consentimiento debe ser realizado y dirigido por el Instituto Paraguayo del Indígena (INDI) o la institución que la sustituya.

El CAPÍTULO III presenta todos los Elementos de una consulta de buena fe si el permiso de consulta está otorgado.

En el caso de este proyecto, el trazo de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela no intercepta directamente ninguna tierra indígena. Hay mayor aproximación con las comunidades Arroyo Hu y Núcleo de familias Chacore, pero no se espera que el Proyecto afecte sus recursos naturales y medios de vida tradicionales.

### 3.2.6

#### Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico

- Ley N° 1231, de 20 de diciembre de 1986, que aprueba y ratifica la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural;
- Ley N° 3051, de 17 de octubre de 2006, Ley Nacional de Cultura;
- Resolución SNC N° 014/2007, por la cual se aprueba el Reglamento para las prospecciones paleontológicas, arqueológicas y antropológicas en el territorio nacional;
- Ley N° 5621, de 12 de julio de 2016, de protección del patrimonio cultural;

- Decreto N° 20132/2003, por la cual se aprueba el manual que establece normas y procedimientos para la administración, control, custodia, clasificación y contabilización y régimen de bienes del estado y que deroga el Decreto 39759/83.

En Paraguay, todos los materiales arqueológicos y lugares están sujetos a la Ley N° 5621/16, que derogó la Ley N° 946/82.

Según el Art. 7º de la Ley N° 5621/16, de conformidad con lo establecido en la Ley N° 3051/06, la Secretaría Nacional de Cultura es la máxima instancia a nivel nacional en el área de la cultura, actuando como órgano rector responsable de la aplicación de las políticas, programas y proyectos que garanticen el cumplimiento de esta Ley.

El Art. 18 establece que los bienes que integran el patrimonio cultural estarán sometidos al presente régimen general de protección; el cual se ejercerá sobre todos ellos, sin excepción.

El Art. 21 establece la prohibición de demolición, destrucción o transformación de los bienes culturales objetos de esta Ley, sin la debida autorización de la Secretaría Nacional de Cultura. Las obras a ser realizadas en un bien cultural, requieren para su inicio la debida autorización de la Secretaría Nacional de Cultura, en concordancia con la emitida por las autoridades locales; lo cual será reglamentado por la primera (Art. 22).

La Secretaría Nacional de Cultura podrá ordenar, previa notificación al propietario, la realización de excavaciones en los predios de propiedad privada en que se presuma fundadamente la existencia de bienes culturales (Art. 23) y también proceder a la ocupación o aseguramiento de bienes culturales, cuando se dieren las causas establecidas en el Artículo 21 y concordantes de la presente Ley o en su reglamentación (Art. 24).

Según el Art. 28, toda persona que supiere de la existencia de bienes del patrimonio cultural nacional está en la obligación de comunicar la Secretaría Nacional de Cultura.

El Art. 41 prevé sanciones penales a daños causados a los bienes del patrimonio cultural en todas sus categorías o clasificaciones, tales como la destrucción, el menoscabo, el robo, el hurto, demolición parcial o total; así como: el tráfico ilícito, la transformación, restauración o intervención indebidas de los mismos. El Art. 42 prevé sanciones administrativas para daños, falta al deber de guarda, no formalización, y falta de poner en conocimiento de la Secretaría Nacional de Cultura relacionada a bienes culturales.

### 3.2.7

#### Procesos de Expropiación y Reasentamiento

- Constitución Nacional de Paraguay;
- Ley N° 966, de 12 de agosto de 1964, que crea la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) como ente autárquico y establece su Carta Orgánica;
- Ley N° 976, de 17 de diciembre de 1982, por la cual se amplía la Ley N° 966/64 que crea la Administración Nacional de Electricidad (ANDE);

- Ley N° 1183 de 1985, Código Civil;
- Ley N° 1863, de 20 de diciembre de 2002, que establece el estatuto agrario;
- Ley N° 2002, de 14 de octubre de 2002, que modifica varios artículos de la Ley N° 1863 del 30 de enero de 2002, que establece el estatuto agrario;
- Ley N° 2051, de 12 de diciembre de 2002, de contrataciones públicas;
- Ley N° 3180, de 30 de abril de 2007, de minería;
- Ley N° 4935, de 31 de mayo de 2013, que modifica y amplía la Ley N° 3180/07 “De minería”, modificada por la Ley N° 4269/11;
- Decreto N° 8699, de 14 de marzo de 2018, por el cual se aprueba el reglamento de la Ley N° 3180/2007 “De minería”, con sus modificaciones y ampliaciones realizadas por las Leyes N° 4269/2011 y N° 4935/2013.

El Art. 39 de la Constitución Nacional de Paraguay dispone que toda persona tenga derecho a ser indemnizada justa y adecuadamente por los daños o perjuicios que fuese objeto por parte del Estado.

Según el Art. 109 de la Constitución, la propiedad privada es inviolable. Nadie puede ser privado de su propiedad sino en virtud de sentencia judicial, pero se admite la expropiación por causa de utilidad pública o de interés social, que será determinada en cada caso por ley. Esta garantizará el previo pago de una justa indemnización, establecida convencionalmente o por sentencia judicial, salvo los latifundios improductivos destinados a la reforma agraria, conforme con el procedimiento para las expropiaciones a establecerse por ley.

El Artículo 128, por su vez, establece que en ningún caso el interés de los particulares primará sobre el interés general.

También el Art. 1964 del Código Civil (Ley N° 1183 de 1985) establece que nadie puede ser privado del dominio o de alguna de sus facultades, sino por causa de utilidad pública o interés social, definido por la ley, ni desposeído de su propiedad sin justa indemnización. En el Art. 1965, dispone que, si la cosa expropiada no se destinare al fin que motivó la expropiación dentro de un plazo razonable, podrá el dueño anterior demandar su recuperación en el estado en que fue enajenada, consignando el precio o la indemnización pagada. Complementariamente, el Art. 1967, establece como una de las causas de la pérdida del dominio de los inmuebles a la expropiación (inciso d).

Por su parte, el Art. 738 define que las reglas de la compraventa se aplicarán subsidiariamente a la expropiación por causa de utilidad pública o interés social.

La Ley N° 2002/02 da una nueva redacción al Art. 56 de la Ley N° 1863/02, estableciendo, sobre la titulación de tierras en asentamientos del INDERT, que “el organismo de aplicación queda obligado a otorgar título de propiedad a los adjudicatarios que abonasen el importe íntegro del lote. El adjudicatario que habiendo abonado no menos del 25% (veinticinco por ciento) del precio y firmando por el saldo los correspondientes pagarés, tendrá derecho a que se le otorgue el correspondiente título de propiedad”.



El Art. 43 de la Ley N° 2051/02, de contrataciones públicas, establece que cuando la adquisición de un inmueble corresponda por razones técnicas o de interés social a un bien que por sus características sea el único idóneo para la satisfacción del fin público, se prescindirá del procedimiento de licitación pública y la máxima autoridad del organismo, la entidad o la municipalidad, procederá a recomendar la declaratoria de utilidad pública o de interés social para que se inicie el proceso de expropiación, de acuerdo con la Constitución Nacional.

Según el Art. 75 de la Ley N° 966/64, que establece las disposiciones a ser seguidas por la ANDE, para la constitución de servidumbres en propiedades públicas, ANDE recabará la autorización del Poder Ejecutivo o de la Municipalidad respectiva.

Tratándose de servidumbre en propiedad privada, ANDE podrá establecer la servidumbre de electroducto que consistirá en el derecho de atravesar propiedades de terceros (Art. 76). El dueño u ocupante del predio sirviente está obligado a permitir el acceso a su propiedad del personal autorizado por ANDE con sus elementos y equipos de trabajo para efectuar labores de construcción y mantenimiento. En caso de negativa del propietario u ocupante, ANDE recabará la autorización correspondiente del Poder Judicial (Art. 77).

Según establece el Art. 78, el dueño del predio sirviente no podrá construir obras ni hacer plantaciones y/o poner cercas que perturben o impidan el libre ejercicio de la servidumbre que haya establecido ANDE de acuerdo con la Ley, salvo expresa autorización de aquella. El dueño del predio sirviente que se sienta lesionado con la forma y características de la servidumbre, podrá recurrir al Poder Judicial para que el Juez decida tanto sobre la indemnización que corresponda al propietario, como sobre las condiciones peculiares para el ejercicio de la servidumbre. Las reclamaciones de los particulares con motivo de servidumbres establecidas en beneficio de ANDE, se resolverán en juicio (Art. 79).

ANDE podrá convenir directamente con los propietarios la compra de aquellos inmuebles que fueron necesarios para ejecutar obras o instalar servicios vinculados con el cumplimiento de sus fines. Declárase de utilidad social los inmuebles que ANDE necesite para la expansión y mejoramiento del servicio de energía eléctrica y sujetos a expropiación conforme con la Constitución Nacional y Leyes pertinentes (Art. 74).

El Art 1º de la Ley N° 976/82 determina, como zona de seguridad y servicio para las líneas de transmisión de 500.000 voltios, una distancia de 100 m, 55 m medidos a cada lado del eje.

La ANDE procederá, sin indemnización alguna, a la demolición de cualquier obra o construcción que se efectúe en la citada zona con servidumbre ya constituida y al retiro de los materiales, así como a adoptar en ella todas las medidas necesarias para asegurar el permanente y efectivo funcionamiento del servicio (Art. 2º).

El montaje de las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución de la energía eléctrica no podrán ser suspendidos ni interrumpidos por ningún procedimiento judicial ni administrativo, sin perjuicio de la ulterior acción judicial que pueda corresponder al interesado (Art. 3º).

En relación con los tramos de la franja de servidumbre que se sobreponen con áreas de exploración mineral, el área afectada debe ser indemnizada a los propietarios. A este respecto, se observa que el titular del proceso minero no es el propietario de la tierra. Según el Art. 8º de la Ley N° 3180/07, de minería, los permisos y las concesiones que el Estado otorgue para el aprovechamiento de los recursos minerales y afines no confieren la propiedad sobre las minas y el terreno en el que se encuentren. Solo el derecho para la prospección, exploración y explotación de dichos recursos por tiempo determinado.

El permiso de prospección se otorga por un período de 1 año, prorrogable por única y exclusiva vez por 6 meses (Art. 31). Ya el permiso para exploración se otorga por 2 años, prorrogable por única y exclusiva vez por 1 año (Art. 32). El permiso para explotación (explotar, beneficiar, fundir, refinar, transportar y comercializar las sustancias minerales) es otorgado por un plazo máximo de 20 años, prorrogable cada cinco años.

Según el Art. 53, los titulares de derechos mineros que no lleguen a un acuerdo con el propietario del suelo sobre el uso, aprovechamiento, precio o la extensión del terreno necesaria para la realización de sus actividades mineras, podrá solicitar al Poder Ejecutivo la remisión al Congreso del proyecto de Ley de expropiación del área correspondiente al perímetro de su permiso o concesión, y de las superficies que requieran para erigir las construcciones e instalaciones necesarias para la realización de sus actividades. El titular del derecho minero a quien beneficie la expropiación pagará al propietario del suelo la indemnización correspondiente y los gastos que deriven de esa expropiación.

### 3.2.8

#### Seguridad del Trabajo y Salud Ocupacional

- Ley N° 836, de 4 de diciembre de 1980, de código sanitario;
- Decreto N° 14390, de 28 de julio de 1992, por el cual se aprueba el reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo;
- Ley N° 213, de 29 de junio de 1993, que establece el código del trabajo;
- Ley N° 1160, de 26 de noviembre de 1997 - Código Penal de la República del Paraguay.

#### Procedimientos de la ANDE:

- Política de Seguridad en ANDE;
- Resolución N° 198, de 14 de mayo de 1997, por la cual se aprueba el Manual de Seguridad relacionado al sistema eléctrico y que contiene las normas y procedimientos para liberación de equipos e instalaciones y autorización de trabajos de operación, mantenimiento y obras;
- Resolución N° 363, de 3 de septiembre de 1997, por la cual se aprueba el Manual de Política de Seguridad y establece el reglamento para las Comisiones Internas de Prevención de Accidentes (C.I.P.A.);
- IPE- 28 - Manual de Procedimientos Generales - Accidentes de Trabajo, de 13/06/18;
- Manual de equipos de seguridad - oficina de seguridad e higiene laboral.

Según el Art. 87º de la Ley Nº 836/1980, el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social dictará normas técnicas y ejercerá el control de las condiciones de salubridad de los establecimientos comerciales, industriales y de salud, considerando la necesaria protección de los trabajadores y de la población en general.

Se requerirá la previa autorización del Ministerio para la concesión de patente o permiso para el funcionamiento de establecimientos industriales y otros lugares de trabajo, así como para ampliar o modificar las instalaciones existentes (Art. 88), y este podrá cancelar la autorización otorgada cuyo funcionamiento represente riesgo para la salud (Art. 89).

La Ley Nº 213/1993 establece el Código del Trabajo, y prevé la Seguridad, Higiene y Comodidad en el Trabajo en los artículos 272 a 282. Las principales disposiciones son:

“El trabajador, en la prestación de sus servicios profesionales, tendrá derecho a una protección eficaz en materia de salud, seguridad e higiene en el trabajo (Art. 272).

El empleador deberá garantizar la higiene, seguridad y salud de los trabajadores en la ejecución de su actividad laboral. Para el efecto, adoptará cuantas medidas sean necesarias, incluidas las actividades de información, formación, prevención de riesgos y la constitución de la organización o medios que sean precisos. Las medidas de seguridad e higiene del trabajo no implicarán ninguna carga económica para los trabajadores (Art. 274).

El empleador deberá, como mínimo (Art. 275):

- a) Disponer el examen médico, admisional y periódico, de cada trabajador, asumiendo el costo.
- b) Evaluar, evitar y combatir los riesgos en su propio origen;
- c) Establecer las condiciones y métodos de trabajos y de producción que menor incidencia negativa produzcan sobre la higiene, seguridad y salud de los trabajadores;
- d) Planificar la prevención y determinar las medidas que deberán utilizarse, tanto colectivas como individuales, así como el material de protección que debe utilizarse contra los riesgos inherentes a la actividad desarrollada;
- e) Informar a las autoridades competentes sobre los accidentes laborales y enfermedades profesionales de que sean víctimas los trabajadores.

El trabajador está obligado a observar en su trabajo las medidas legales y reglamentarias de higiene, seguridad y medicina laboral.

El empleador facilitará formación e información práctica y adecuada en materia de salud, seguridad e higiene a los trabajadores que contrate, o cuando cambie de puesto de trabajo o tengan que aplicar una nueva técnica que pueda ocasionar riesgos. El trabajador está obligado a seguir dichas enseñanzas y a realizar las prácticas correspondientes (Art. 276).

Se prohíbe la introducción, venta y consumo de bebidas alcohólicas en locales de trabajo, así como su elaboración en empresas que no tengan este objeto especial (Art. 277).

Los trabajadores no podrán dormir en los locales de labor, salvo las peculiaridades de ciertas empresas, en cuyo caso el empleador habilitará alojamientos apropiados. Cuando se permita al personal comer en el establecimiento, se dispondrá de un lugar apropiado y equipado adecuadamente a dicho fin, el que estará separado de los lugares de trabajo. Los comedores, vestuarios y servicios sanitarios deben ser mantenidos en óptimas condiciones (Art. 280).

La Autoridad Administrativa del Trabajo adoptará medidas para promover la educación en materia de seguridad e higiene y en la prevención de los riesgos por cuantos medios sean apropiados, a fin de despertar y mantener el interés de empleadores y trabajadores (Art. 282)."

El Art. 205 del Código Penal (Ley Nº 1160/1997), de exposición de personas a lugares de trabajo peligrosos, establece:

"1° El titular de un establecimiento o empresa y su responsable de la prevención de accidentes de trabajo que: causara o no evitara que los lugares o medios de trabajo incumplan las disposiciones legales sobre la seguridad y la prevención de accidentes en lugares de trabajo; o claramente incumpliera las exigencias del cuidado técnico, y con ello peligrara la vida o la integridad física de otros, será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco (5) años o con multa.

2° Los responsables, conforme al inciso 1°, que omitieran informar en forma idónea a los empleados sobre los peligros para la vida o la integridad física vinculados con los trabajos y sobre las medidas para la prevención, serán castigados con pena privativa de libertad de hasta tres (3) años o con multa."

El Decreto Nº 14390/92, en su Título I, establece las Condiciones generales de los establecimientos o centros de trabajo y de los mecanismos de medidas de protección.

En el Capítulo I, Edificios y locales, establece las condiciones de los ambientes de trabajo, y, en la Sección II, específicamente sobre las Instalaciones auxiliares. Se presentan las condiciones exigidas para las viviendas (Art. 30), dormitorios (Art. 31), comedores (Art. 32) y cocinas (Art. 33). Las condiciones de los servicios higiénicos son tratadas en la Sección III y de las instalaciones de primeros auxilios en la Sección IV.

La Sección V trata de las condiciones de locales provisionales, o sea, en aquellos trabajos al aire libre en los que se ocupen 20 o más trabajadores durante 15 días.

El Decreto Nº 14390/92 también incluye especificaciones para los siguientes temas:

- Capítulo II - Prevención y extinción de incendios
- Capítulo III - Locales con riesgo de explosión
- Capítulo IV – Señalización
- Capítulo V - Energía eléctrica
- Capítulo VI - Recipientes a presión y aparatos que generan calor y frío
- Capítulo VII - Aparatos, máquinas y herramientas
- Capítulo VIII - Aparatos de izar y transporte

Capítulo IX - Transporte automotor

Capítulo X - Trabajos con riesgos especiales (trabajos en altura, excavaciones y cimientos; demoliciones, explosivos)

Capítulo XI - medio ambiente de trabajo

Capítulo XII - Protección personal

Capítulo XIII - De la organización de la salud ocupacional en los lugares de trabajo

Capítulo XIV - De las comisiones internas de prevención de accidentes (CIPA)

Ruido en el trabajo

- Ley N° 1100, de 26 de agosto de 1997, de prevención de la polución sonora.

Según el Art. 10 de la Ley N° 1100/97, la máxima exposición diaria permisible por ruidos y sonidos molestos causados dentro de los locales con actividades laborales, industriales, comerciales o sociales debe estar sujeta al siguiente límite (**Tabla 3.2.8.a**):

**Tabla 3.2.8.a**

**Límites de exposición a ruidos y sonidos molestos**

Duración por horas y días	Decibelios DB SFL
8 horas	90
6 horas	92
4 horas	95
3 horas	97
2 horas	100
1 ½ horas	110
1 hora	115

Control de la Potabilidad del Agua

- Norma Paraguaya NP N° 24 001 80, de noviembre de 1997, do Instituto Nacional de Tecnología y Normalización, que especifica los parámetros para la agua potable;
- Ley N° 1.614/2000 - Ley general del marco regulatorio y tarifario del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

La Norma Paraguaya NP N° 24 001 80, de noviembre de 1997, do Instituto Nacional de Tecnología y Normalización, especifica los parámetros para la agua potable.

Los valores de las concentraciones máximas permisibles para sustancias tóxicas, químicas, componentes orgánicos y compuestos radionucleidos, presentados en las **Tablas 3.2.8.b** hasta **3.2.8.e**, a continuación, fueron extraídos de la NP N° 24 001 80. El *General Environmental, Health and Safety Guidelines for Community Health and Safety* (IFC) establece que las fuentes de agua potable siempre deben ser protegidas para cumplir o exceder los estándares nacionales y las normas de aceptabilidad o, en su ausencia, la edición actual de “Organización Mundial de la Salud (OMS) - Directrices para la calidad del agua potable”. Así, los valores de la OMS también se incluyeron en las Tablas siguientes.

**Tabla 3.2.8.b**

**Concentraciones Máximas Permisibles de Sustancias Tóxicas**

Sustancias Tóxicas	Concentraciones Máximas Permisibles (en mg/l) - NP Nº 24 001 80	OMS (en mg/l)
Arsénicos (As)	0,05	0,01
Cromo (Cr+6)	0,05	0,05
Plomo (Pb)	0,05	0,01
Selenio (Se)	0,01	0,01
Mercurio (Hg)	0,001	0,001
Cadmio (Cd)	0,005	0,003
Níquel (Ni)	0,005	0,02
Cianuro (Cn)	0,1	0,07

Fuente: Organización Mundial de Salud (OMS). Directriz Mundial de Calidad del Agua Potable, actualización 2017.

**Tabla 3.2.8.c**

**Concentraciones Máximas Permisibles de Sustancias Químicas**

Sustancias Químicas	Concentraciones Máximas Permisibles (en mg/l) - NP Nº 24 001 80	OMS (en mg/l)
Fluoruros (F-)	1,5	1,5
Nitratos (NO <sup>3</sup> )	45	50
Nitrógeno amoniacal, en NH <sub>4</sub> -	0,5	0,2
Nitrógeno nitroso, en NO <sup>2</sup>	0	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> -)	2	-
pH	6 - 9	6,5 - 9,5
Alcalinidad (P) expresada en CaCO <sub>3</sub>	120	-
Alcalinidad (M) en CaCO <sub>3</sub>	250	-
Dureza total expresada en CaCO <sub>3</sub>	250	200 - 500
Sólidos disueltos totales a 105 °C	1000	1000
Oxidabilidad expresado en O <sub>2</sub>	3	3
Cloruro expresado en Cl-	250	250
Sulfato expresado en unión SO <sub>4</sub> -	250	250
Hierro expresado en Fe soluble	0,3	0,3
Manganeso expresado en Mn	0,1	0,4
Zinc expresado en Zn	0,2	3
Cloro residual expresado en Cl-	1	0,6 - 1
Cobre Cu	1	2

Fuente: Organización Mundial de Salud (OMS). Directriz Mundial de Calidad del Agua Potable, actualización 2017.

**Tabla 3.2.8.d**

**Concentraciones Máximas Permisibles de Componentes Orgánicos**

Componentes Orgánicos	Concentraciones Máximas Permisibles (en µg/l) - NP Nº 24 001 80	OMS (en µg/l)
Endrin	0,2	0,6
Aldrin	0,03	0,03

**Tabla 3.2.8.d**  
**Concentraciones Máximas Permisibles de Componentes Orgánicos**

Componentes Orgánicos	Concentraciones Máximas Permisibles (en $\mu\text{g/l}$ ) - NP N° 24 001 80	OMS (en $\mu\text{g/l}$ )
Dieldrin	1	0,03
Lindano	3	2
Toxapheno	5	0
Heptacloro	0,1	0,1
Heptacloro epóxido	0,1	0,1
DDT isómeros metabolitos	1	1
Clordano total isómeros	0,3	0,2
Metoxiclor	30	20
Total de organofosforados y carbonatos	10	10
Hervicidas	Límite máximo de combinación 100 $\mu\text{g/l}$	Límite máximo de combinación 100 $\mu\text{g/l}$
2,4,5 – TP 2,4,5 – T 2,4,5 D (e)		
Compuestos fenólicos	2	2
Detergentes agentes tensoactivos	200	-
Petróleo y grasas	Ausente	Ausente
Nitrógeno orgánico	Ausente	-
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (benzo a pierno)	0,01	0,01
Benceno	10	10
Cloroformo	30	30
Tetracloruro de carbono	3	4
1,2 dicloroetano	10	30
1,1 dicloroetano	0,3	-
Tetracloroetilico	10	40
2,4,6 triclorofenol	10 (+)	2
Formaldehido	500	900
Cloruro de etil mercurio	0,1	-
Pentaclorofenol	10	9
Dietil mercurio	0,1	-

Fuente: Organización Mundial de Salud (OMS). Directriz Mundial de Calidad del Agua Potable, actualización 2017.

**Tabla 3.2.8.e**  
**Concentraciones Máximas Permisibles de Compuestos Radionucleidos**

Compuestos Radionucleidos	Forma Soluble Concentración Maxi. ( $\mu\text{Ci/l}$ )	Forma Insoluble Concentración Maxi. ( $\mu\text{Ci/l}$ )	(OMS) (en $\mu\text{Ci/l}$ )
3 H tritio	3	-	2,7
Carbono 14 + CO <sub>2</sub>	0,8	-	0,027
Sodio – 22	0,04	0,03	0,027

**Tabla 3.2.8.e**

**Concentraciones Máximas Permisibles de Compuestos Radionucleidos**

Compuestos Radionucleidos	Forma Soluble Concentración Maxi. ( $\mu$ Ci/l)	Forma Insoluble Concentración Max. ( $\mu$ Ci/l)	(OMS) (en $\mu$ Ci /l)
Fósforo – 32	0,02	0,02	0,027
Azufre – 35	0,06	0,3	0,027
Potasio – 42	0,3	0,02	-
Calcio – 45	0,009	0,2	0,027
Hierro – 59	0,06	0,05	0,027
Cobre – 64	0,3	0,2	-
Zinc – 65	0,1	0,2	0,027
Cadmio – 109	0,9	0,2	0,027
Iodo – 139	0,002	0,06	0,0027

Nota: Para los profesionales que están expuestos a radiaciones los valores debería multiplicarse por diez.

De acuerdo con la NP N° 24 001 80, el agua de bebida deberá ser de calidad tal que no represente un riesgo para la salud del consumidor (ausencia de microorganismos patógenos) y se ajustará a los requisitos microbiológicos presentados en las **Tablas 3.2.8.f y 3.2.8.g**.

**Tabla 3.2.8.f**

**Concentraciones Máximas Permisibles de Organismos en el agua de Bebida**

Organismos	Límites Máximos			
			Técnica de Filtración Membrana	
	Agua Tratada	Agua no Tratada	Agua Tratada	Agua no Tratada
Aerobios Mesófilos Totales 48 horas	< 25 UFC / ml	< 100 UFC / ml	< 25 UFC / ml	< 100 UFC / ml
Coliformes Totales	< 1 NMP / 100 ml	< 2 NMP / 100 ml	0 UFC / ml	0 UFC / ml
Coliformes Fecales	Ausencia	Ausencia	0 UFC / ml	0 UFC / ml
Escherichia Coli	Ausencia	Ausencia	0 UFC / ml	0 UFC / ml

Fuente: NP N° 24 001 80 de 1997.

**Tabla 3.2.8.g**

**Concentraciones Máximas Permisibles de Organismos para Agua en el Sistema de Distribución**

Organismos	Unidad	Valor guía	Observaciones
Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	0	-
Coliformes Totales	NMP / 100 ml	0	En el 95% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras
Coliformes Totales	NMP / 100 ml	3	Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas

Fuente: NP N° 24 001 80 de 1997.



El Art. 41 de la Ley N° 1.614/2000, por su vez, establece que el agua potable suministrada por el Prestador debe ser apta para el consumo humano debiendo satisfacer los límites tolerables de calidad detallados en el Anexo III de la ley (ver la **Tabla 3.2.8.h** siguiente).

**Tabla 3.2.8.h**

**Límites de Calidad de Agua Potable – Frecuencia de Muestreos Mínimos**

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE ADMISIBLE	LIMITE (*) RECOMEND.	FRECUENCIA DE MUESTREO
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>				
Color	UCV	15	≤5	Horaria
Sabor y olor		Aceptable	Aceptable (4)	Horaria
Turbiedad (1)	UNT	5	<1	Horaria
PH (Pozos) (3)		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	Horaria
PH (Plantas)		PHs +/- 1	PHs +/- 1	Horaria
Conductividad	μs/cm	1.250	≥400	Diaría
<b>COMPONENTES INORGANICOS</b>				
Aluminio (Al)	mg/l	0,2	≤0,2	Diaría
Calcio (Ca <sup>+2</sup> )	mg/l	100	≤100	Diaría
Magnesio (Mg <sup>+2</sup> )	mg/l	50	≤30	Diaría
Potasio (K <sup>+1</sup> )	mg/l	12	≤10	Diaría
Alcalinidad (M) en (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	250	≤120	Horaria
Cloro Libre Residual (2)	mg/l	2,0	0,20 – 0,50	Horaria
Dureza Total en (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	400	≤250	Diaría
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/l	1000	≤1000	Diaría

(\*) Los límites recomendables son los establecidos en las Guías de la OPS/OMS.

(1) 95% del tiempo. De preferencia <1.

(2) Sujeto a la necesidad de la calidad bacteriológica en el punto de suministro al Usuario.

(3) 90% del tiempo. El Prestador debe asegurar el suministro de agua no agresiva ni incrustante al Sistema de Distribución.

(4) No desagradable para la mayoría de los consumidores.

**ABREVIATURAS:** UCV = Unidades de Color Verdadero  
 UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad  
 mg/l = Miligramo por litro  
 μs/cm = Micro siemens por centímetro

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE ADMISIBLE	LIMITE (*) RECOMEND.	FRECUENCIA DE MUESTREO
<b>1. COMPONENTES INORGÁNICOS</b>				
Arsénico (As)	mg/l	0,5	0	Mensual
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) (1)	mg/l	45	0	Diaría

(\*) Los límites recomendables son los establecidos en las Guías de la OPS/OMS.

(1) En caso que no se pueda suministrar agua con un contenido inferior de Nitratos, el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, debe autorizar el abastecimiento, pues los problemas que se derivarían de la falta de agua son evidentemente mayores. Además, debe advertirse a la población de no usar el agua para la preparación de la alimentación del Lactante.

**ABREVIATURAS:** mg/l = miligramo por Litro  
 μg/l = microgramo por Litro

Tabla 3.2.8.h

## Límites de Calidad de Agua Potable – Frecuencia de Muestreos Mínimos

## a) Método Membrana Filtrante

ORGANISMO	UNIDAD	LIMITE PERMISIBLE	LIMITE (*) RECOMEND.	FRECUENCIA DE MUESTREO	OBSERVACION
Bacterias Coliformes Fecales	UFC/100ml	0	0	Diaria	
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100ml	0	0	Diaria	(1)
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100ml	3	0	Diaria	(2)

(\*) Los límites recomendables corresponden a los establecidos en las Guías de la OPS y OMS.

(1) En el 98% de las muestras examinadas durante el año y se examinan suficientes muestras.

(2) En el 95% de las muestras examinadas durante el año y se examinan suficientes muestras.

**ABREVIATURAS:** UFC = Unidad Formadora de Colonias

## b) Método Tubos Múltiples

ORGANISMO	UNIDAD	LIMITE PERMISIBLE	LIMITE RECOMEND.	FRECUENCIA DE MUESTREO	OBSERVACION
Bacterias Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	0	Diaria	
Bacterias Coliformes Totales	NMP/100ml	≤2,2	0	Diaria	(1)

(1) En aquellos servicios en que la cantidad de muestras sean suficientes, no deben estar presentes en el 95% de las muestras extraídas durante cualquier periodo de 12 meses.

**ABREVIATURAS:** NMP = Número Más Probable.

El Art. 42 aborda la Captación de Aguas Subterráneas. Según este artículo, las captaciones realizadas por el Prestador para el aprovechamiento de aguas subterráneas de pozos, cualquiera sea su tipo, observarán rigurosamente las especificaciones sobre el sello sanitario, la cobertura y todas las medidas de protección que resulten necesarias para evitar que ocurra una contaminación a través de aguas que se infiltren superficialmente.

## 3.2.9

## Legislación Laboral

- Ley N° 213, de 29 de octubre de 1993, que establece el código del trabajo;
- Ley N° 1.925, de 19 de junio de 2002, que aprueba la Convención Interamericana para la eliminación de todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad;

- Ley N° 1657, de 10 de enero de 2001, que aprueba el convenio N° 182 y la recomendación sobre la prohibición de las peores formas de trabajo infantil y la acción inmediata para su eliminación;
- Ley N° 2128, de 7 de julio de 2003, que aprueba la convención internacional sobre la eliminación de todas las formas de discriminación racial;
- Decreto N° 4951, de 22 de marzo de 2005, por el cual se reglamenta la Ley N° 1657/2001 y se aprueba el listado de trabajos infantil peligrosos;
- Ley N° 3338, de 22 de octubre de 2007, por la cual se aprueba el convenio 156 sobre la igualdad de oportunidades y de trato entre trabajadores y trabajadoras: trabajadores con responsabilidades familiares;
- Ley N° 3540, de 26 de junio de 2008, que aprueba la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad y el protocolo facultativo de la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad.

Procedimientos de la ANDE:

- Resolución N° 22291, de 26 de octubre de 2006, por la que se aprueba la política general y específica de recursos humanos de la empresa.
- Resolución N° 41783, de 8 de enero de 2019, por la que se aprueba la política institucional de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) de La Administración Nacional de Electricidad.

El Código de Trabajo (Ley N° 213/93) consta de 413 artículos y sus principales disposiciones son las siguientes.

El Artículo 65 define las obligaciones de los trabajadores, entre ellas:

“...

- c) Acatar los preceptos del reglamento de trabajo y cumplir las órdenes e instrucciones dadas por el empleador o sus representantes según la organización establecida;
- d) Observar conducta ejemplar y buenas costumbres durante el trabajo;
- e) Abstenerse de todo acto que pueda poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros o la de terceras personas así como la de los establecimientos, talleres o lugares en que el trabajo se realiza;

...

- l) Acatar las medidas preventivas y de higiene que impongan las autoridades competentes o que indique el empleador o sus representantes para seguridad y protección del personal;
- m) Dar aviso al empleador o a sus representantes de las causas de inasistencia al trabajo; y,
- n) Cumplir las demás obligaciones establecidas por la Leyes y reglamentos de trabajo.”

Entre las prohibiciones estipuladas en el Artículo 66, se puede citar las siguientes:

“.....

- c) Usar los útiles, materiales y herramientas suministrados por el empleador para objeto distinto del ordenado por el mismo o a beneficio de extraños;

- d) Presentarse al trabajo en estado de embriaguez o bajo la influencia de drogas estupefacientes o en cualquiera otra condición anormal;
- e) Portar armas de cualquier clase, a menos que sean necesarias por la naturaleza del servicio;
- ...”.

Otras disposiciones importantes del Código de Trabajo (Ley Nº 213/93) se describen a continuación.

La jornada ordinaria de trabajo efectivo, no podrá exceder, salvo casos especiales previstos en este Código, de ocho horas por día o cuarenta y ocho horas semanales, cuando el trabajo fuere diurno (entre las 6 horas y 20:00 horas), ni de siete horas por día o cuarenta y dos horas en la semana, cuando el trabajo fuere nocturno (entre las 20:00 horas y 6 de la mañana) (Art. 194).

El salario se estipulará libremente, pero no podrá ser inferior al que se establezca como mínimo de acuerdo con las prescripciones de la Ley (Art. 228).

Las tasas de remuneración no podrán establecer desigualdad por razón de sexo, nacionalidad, religión, condición social y preferencias políticas o sindicales. A trabajo de igual valor, de la misma naturaleza o no, duración y eficacia, deberá corresponder remuneración igual, salvo el salario mayor fundado en antigüedad y merecimientos (Art. 229).

Se establece un período de prueba que tendrá como máximo la duración de 30 días para personal no cualificado e 60 días para trabajadores cualificados o aprendices (Art. 58).

El Código establece una asignación familiar del 5% del salario, en concepto de ayuda familiar, por cada hijo menor de 17 años (sin límite para los incapacitados).

En caso de despido del trabajador, el empleador deberá abonar al mismo una indemnización equivalente a quince salarios diarios por cada año de servicio prestado (Art. 91). El preaviso sólo es obligatorio para los contratos indefinidos (la obligación es para ambas partes) y va de 30 días como mínimo por año trabajado, hasta 90 días para trabajadores de más de diez años de trabajo (Art. 87).

Entre uno y cinco años de trabajo, se tiene derecho a doce días corridos (naturales) de vacaciones pagadas. De cinco a diez años; dieciocho días. Más de diez años; treinta días (Art. 218). A los efectos de las vacaciones, no se podrá descontar los días que el trabajador haya faltado al trabajo por enfermedad.

El Art. 358 del Código del Trabajo reconoce el derecho a la huelga.

El Código del Trabajo reconoce el derecho a afiliarse o separarse de cualquier organización sindical tanto por parte del empleador como del trabajador (Art. 284), prohibiéndose los actos de injerencia tendentes a crear organizaciones de trabajadores dominadas por el empleador (Art. 286).

El Capítulo II de la Ley Nº 213/93 dispone sobre el trabajo de menores y mujeres. El Art. 119 prohíbe el trabajo de menores de 15 años en empresa industrial, pública o privada o en sus dependencias, con excepción de aquellas en las que estén ocupados únicamente miembros de la familia del empleador, siempre que por naturaleza del trabajo o por las condiciones en que se efectúe, no sea peligroso para la vida, salud o moralidad de los menores. Los Art. 121 y 122 establecen los requisitos y prohibiciones para el trabajo de los menores de quince a dieciocho años.

Respecto a la igualdad de género, el Art. 128 establece que las mujeres disfrutan de los mismos derechos laborales y tienen las mismas obligaciones que los varones. Los demás artículos de la sección destinada al trabajo de mujeres tienen como propósito fundamental la protección de la maternidad.

La Ley Nº 1.925/02 aprueba la Convención Interamericana para la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra las Personas con Discapacidad, y tiene como objetivo prevenir y eliminar todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad y propiciar su plena integración en la sociedad, incluida la contratación para ofertas de trabajo.

El Art. 5º de la Ley Nº 2128/03, por su vez, establece, entre varios derechos civiles para personas, de todas las razas, colores u origen nacional o étnico, los siguientes:

*El derecho a la libertad de opinión y de expresión;*

*El derecho a la libertad de reunión y de asociación pacíficas;*

*Los derechos económicos, sociales, y culturales, en particular:*

*El derecho al trabajo, a la libre elección de trabajo, a condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo, a la protección contra el desempleo, a igual salario por trabajo igual y a una remuneración equitativa y satisfactoria;*

*El derecho a fundar sindicatos y a sindicarse;*

*El derecho a la vivienda;*

*El derecho a la salud pública, la asistencia médica, la seguridad social y los servicios sociales;*

*El derecho a la educación y la formación profesional;*

*El derecho a participar, en condiciones de igualdad, en las actividades culturales;*

*El derecho de acceso a todos los lugares y servicios destinados al uso público, tales como los medios de transporte, hoteles, restaurantes, cafés, espectáculos y parques.*

El Art. 2º del Decreto Nº 4951/05, que reglamenta la Ley Nº 1657/01, aprueba el listado de las actividades que se consideran trabajo infantil peligroso, incluyéndose varias desarrolladas en obras de construcción.

La Ley Nº 3.338/07, por su vez, reconoce la igualdad de oportunidades y de trato entre trabajadores y trabajadoras que tengan responsabilidades familiares, o sea, responsabilidades respecto de otros miembros de su familia directa que de manera evidente necesiten su cuidado o sostén. Estas personas tienen el derecho de desempeñar su empleo y ocupación sin ser objeto de discriminación y, en la medida de lo posible, sin conflicto entre sus responsabilidades familiares y profesionales.

Por fin, la Ley Nº 3540/08 garantiza la igualdad de oportunidades a las personas con discapacidad. Según su Art. 27, se reconoce el “derecho de las personas con discapacidad a trabajar, en igualdad de condiciones con las demás; ello incluye el derecho a tener la oportunidad de ganarse la vida mediante un trabajo libremente elegido o aceptado en un mercado y un entorno laborales que sean abiertos, inclusivos y accesibles a las personas con discapacidad. Los Estados Partes salvaguardarán y promoverán el ejercicio del derecho al trabajo, incluso para las personas que adquieran una discapacidad durante el empleo”.

La Resolución Nº 22291/06, que aprueba la política de recursos humanos de la ANDE, establece algunos ítems de responsabilidad social de la empresa, incluyendo, entre otros:

- Eliminar toda forma de discriminación
- Promover la libertad de asociación
- Fomentar el desarrollo de tecnologías no contaminantes y el adecuado manejo de los desechos
- Disponer programas de pasantía laboral, como contribución a la educación para el trabajo

### 3.3

#### Marco Institucional

Considerando, entre otros aspectos, que se han identificado indefiniciones, asimetrías, superposiciones y vacíos a las estructuras jurídicas existentes relacionadas con aspectos ambientales, en el año 2000 se crea el Sistema Nacional del Ambiente a través de la Ley Nº 1.561/00, que tiene por objeto crear y regular el funcionamiento de los organismos responsables de la elaboración, normalización, coordinación, ejecución, y fiscalización de la política y gestión ambiental nacional.

El Art. 2º estipula sobre la creación del Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), que se integra por el conjunto de órganos y entidades públicas de los gobiernos nacionales, departamentales y municipales con competencia ambiental; las entidades privadas creadas con igual objeto, a los efectos de actuar en forma conjunta, armónica y ordenada, en la búsqueda de respuestas y soluciones a la problemática ambiental, de forma además de evitar conflictos interinstitucionales, vacíos o superposiciones de competencia y responder eficientemente a los objetivos de la política ambiental.

El CONAM es un órgano colegiado, de carácter interinstitucional como instancia deliberativa, consultiva y definidora de la política ambiental nacional, y es también representante de todas las dependencias ambientales de las instituciones Gubernamentales y No Gubernamentales que conforman la misma: es la instancia propicia para definir, supervisar, evaluar, proponer normas, criterios, directrices con relación a la implementación y mandatos de las convenciones ratificadas por el Gobierno Nacional. El CONAM tiene las siguientes funciones.

- Definir, supervisar y evaluar la política ambiental nacional;

- Proponer normas, criterios, directrices y patrones en las cuestiones sometidas a su consideración por la Secretaría del Ambiente;
- Cooperar con el Secretario Ejecutivo de la Secretaría para el cumplimiento de esta ley y sus reglamentos; y
- Las demás que le correspondan de acuerdo a la ley.

El Decreto Nº 17201/2002, a través del Artículo 7º, reglamenta la creación de la Secretaría del Ambiente (SEAM).

La SEAM tiene por objetivo la formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional (Art. 11). En efecto, es la institución nacional responsable de la administración de las principales leyes ambientales. En el Art. 20, se define la siguiente estructura administrativa básica de la SEAM:

- a) Asesorías de apoyo al Secretario Ejecutivo;
- b) Órganos de apoyo:
  - 1) Dirección de Planificación Estratégica,
  - 2) Dirección de Administración y Finanzas,
  - 3) Asesoría Jurídica, y
  - 4) Auditoría Interna.
- c) Direcciones Generales temáticas:
  - 1) Dirección General de Gestión Ambiental,
  - 2) Dirección General de Control de la Calidad Ambiental y de los Recursos Naturales
  - 3) Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad, y
  - 4) Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos.

De acuerdo con el Art. 23 del mismo Decreto, “La Dirección General de Control de la Calidad Ambiental y de los Recursos Naturales deberá formular: coordinar, supervisar, evaluar y ejecutar, de modo compartido con los gobiernos departamentales y las municipalidad, programas, proyectos, actividades de evaluación de los estudios sobre los impactos ambientales y consecuentes autorizaciones, control, fiscalización, monitoreo y gestión de la calidad ambiental”.

La SEAM fue elevada al rango de Ministerio a través de la Ley Nº 6123/2018, pasando a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES). Según el Art. 2º de la Ley, el MADES sigue regido por las disposiciones de la Ley Nº 1561/00, y se constituye en Autoridad de Aplicación de la Ley Nº 3239/07 (Art. 3º).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) tendría responsabilidad conjunta con la SEAM, en temas como la elaboración de planes de desarrollo. Se trata de una entidad que se encuentra directamente relacionada a la explotación forestal, agrícola y ganadera, orientada al mejoramiento económico y social del país, la calidad de vida de sus habitantes y la preservación de sus recursos naturales.

El Ministerio de Industria y Comercio (MIC) así como el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) son imprescindibles como vínculos a la hora de incorporar las variables ambientales previstas en el planeamiento y la política de comercio, al igual que en la planificación



y ejecución de obras. El MIC formula las políticas orientadas al fortalecimiento del sector industrial, comercial y de servicios. Concierta los intereses de los diferentes sectores productivos, para facilitar la distribución, circulación y consumo de los bienes de origen nacional.

El MOPC crea la infraestructura adecuada de transporte y comunicaciones para apuntalar el desarrollo económico y social del país, y velar por su mantenimiento y dar participación a todos los sectores de la población en dicha tarea. Asimismo su funciones son las de establecer y orientar la política referente al uso y manejo de los recursos minerales y energéticos, entre otros.

Las Secretarías y/o Direcciones ambientales de las diferentes instituciones son los responsables de proponer los lineamientos para que el desarrollo de la actividad del sector guarde armonía con la conservación, sustentabilidad y preservación de los recursos naturales.



## 4.0

### Estudio de Alternativas

Este capítulo presenta el estudio de alternativas de trazo para la LT de 500 kV Yguazú - Valenzuela, basado en procedimientos metodológicos que aseguraron que se cumplieran todos los criterios relevantes.

El estudio de trazo se desarrolló durante las primeras etapas de la preparación del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS), y contó con la asistencia del equipo técnico responsable del estudio y los equipos de ANDE. Además de los criterios ambientales y sociales, se consideraron criterios técnicos y logísticos, que contribuyeron a las decisiones de selección del trazo y los métodos de construcción de la alternativa elegida.

En este contexto, se verificaron alternativas viables desde el punto de vista técnico y ambiental para los casos en que el trazo propuesto inicialmente presentaba interferencias socioambientales significativas.

En esta etapa, el estudio se centró en definir un trazo preferencial, que se puede optimizar aún, incluidos los posibles cambios en la posición de las torres y vértices.

#### 4.1

##### Criterios Socioambientales para la Evaluación de Alternativas de Trazo

Comprende la definición y posterior identificación y mapeo de un conjunto de elementos geográficos que, en diversos grados, constituyen restricciones para la implementación de infraestructuras como líneas de transmisión y subestaciones. Es el caso de áreas densamente pobladas, grandes fragmentos de vegetación forestal nativa, áreas silvestres protegidas, grandes cursos de agua, entre otros.

Es un procedimiento fundamental de estudios de localización, ya que la espacialización de estos elementos geográficos permite la formulación de alternativas de trazo que evitan o minimizan superposición con locales relevantes considerando el aspecto socioambiental, lo que permite un análisis equilibrado de alternativas y al mismo tiempo evita el análisis de alternativas ambientalmente inviables.

Se mapearon los siguientes elementos condicionantes de la localización de las estructuras del proyecto:

##### *Áreas Silvestres Protegidas*

Comprende áreas silvestres legalmente protegidas bajo la Ley N° 352/94.

Estas áreas incluyen los Parques Nacionales, los Paisajes Protegidos, las Reservas de Recursos Manejados, los Refugios de Vida Silvestre, las Reservas Ecológicas, los

Monumentos Naturales, las Reservas Naturales Privadas, las Reservas Biológicas, los Refugios Biológicos, y las Reservas de Biosfera.

Los datos se obtuvieron del Informe Nacional " Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay" - 2007, en el sitio web del MADES.

El criterio general adoptado fue evitar, siempre que sea posible, la interferencia con los límites de las Áreas Silvestres Protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

#### *Tierras Indígenas*

Componen este conjunto las Tierras Indígenas en diferentes situaciones jurídicas cuanto a su proceso de identificación y reconocimiento. La información se verificó a través de consulta a la bases geográficas del Instituto Paraguayo del Indígena y de la Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI).

#### *Áreas Urbanas*

La ocupación urbana densa y consolidada es un elemento importante que restringe la formulación de trazos para una línea de transmisión de energía, ya que la implementación de este tipo de infraestructura en espacios urbanos requiere acciones altamente impactantes, como expropiaciones, desplazamiento involuntario de población y actividades económicas, además de la fragmentación del espacio urbano. En este sentido, es deseable hacer que la infraestructura estudiada sea compatible con la ocupación urbana consolidada, incluidos los barrios y las áreas urbanas aisladas de la sede municipal/distrital.

#### *Núcleos de población rural y mejoras aisladas*

Se mapearon las interferencias de las alternativas de trazo con núcleos rurales y las mejoras aisladas, buscando evitar intercepciones o mejoras en el área de la franja de servidumbre.

Las mejoras, incluidas residencias rurales, almacenes y silos, ocurren de manera dispersa, y se identifican principalmente a través de la interpretación de imágenes satelitales disponibles en el Google Earth Pro.

#### *Fragmentos de vegetación nativa*

Se consideró la ubicación y cobertura de los principales fragmentos de vegetación nativa. Debido a la necesidad de cumplir con las restricciones de ingeniería del proyecto y debido a la situación de ubicación de otras restricciones ambientales, la superposición de trazos alternativos sobre fragmentos de vegetación es inevitable en ciertas situaciones. Los impactos como la pérdida de hábitat y la fragmentación de la cubierta vegetal causados por la implementación de infraestructuras lineales pueden minimizarse con la formulación de trazos que consideren la vegetación nativa como una variable relevante para el análisis ambiental.

### *Áreas de relieve accidentado*

El relieve accidentado y las amplitudes altimétricas imponen importantes restricciones de accesibilidad. En esta condición, la implementación de una línea de transmisión requiere la implementación de accesos por carretera, por ejemplo, para el transporte de equipos a las ubicaciones de las torres. Como no hay caminos de acceso en la densidad deseada en estas regiones de relieve accidentado, es necesario implementar nuevos caminos, que, en las pendientes de alta declividad, susceptibles a procesos de dinámica superficial intensos, siempre es un factor que potencia los impactos de la erosión y la sedimentación de cursos de agua.

### *Planicies fluviales y cursos de agua*

Las planicies fluviales abarcan las planicies amplias y / o los cuerpos de agua principales, incluidos grandes ríos, lagunas y embalses artificiales. En la práctica, estos ambientes permanentemente húmedos o inundados (además de los cuerpos de agua) terminan requiriendo ajustes relevantes en los procedimientos de construcción, muchos relacionados con el acceso a los frentes de trabajo. Al mismo tiempo, son áreas caracterizadas por suelos con baja capacidad de carga, además de haber preservado a menudo la vegetación nativa, protegida por la ley y formando corredores o refugio para la fauna silvestre.

### *Aeródromos y Pistas de Aterrizaje*

La identificación de aeródromos y pistas de aterrizaje existentes en el área de influencia se basó en la consulta a los datos de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil – Gobierno nacional – DINAC y en la base de datos Global Gazetteer Versión 2.1<sup>2</sup>.

### *Infraestructura*

Reúne los componentes principales de la infraestructura regional, con los cuales se busca compatibilizar la implementación de la LT. Se identificaron las autopistas, ferrocarriles, líneas de transmisión de energía existentes, ductos y pivotes de riego.

### *Procesos Mineros*

Especialmente la minería a cielo abierto es una actividad que debe considerarse previamente al planificar una línea de transmisión de energía. Para respaldar los estudios de trazo, en la base de datos Catastro Minero se identificaron las áreas cubiertas por los procesos mineros cruzados por las alternativas.

Todos estos elementos listados, sujetos a la espacialización, se representaron en un Mapa de Alternativas de Trazo, lo que permitió evaluar las características e interferencias socioambientales

<sup>2</sup> <http://www.fallingrain.com/world/>. Acceso em agosto de 2019.

más relevantes del trazo inicial propuesto para la LT, y formular otras opciones de trazo que representaban un menor potencial para generar Impactos sociales y ambientales.

## 4.2

### Formulación de Trazos Alternativos

Una vez construida la base geográfica con los elementos mencionados en la sección anterior, se analizó su ubicación en relación con el trazo inicial. El objetivo era, considerando las interferencias identificadas en el desarrollo de este primer trazo evaluado, identificar otras posibilidades de trazo para la LT, que representasen interferencias menos significativas, y por lo tanto, menores impactos socioambientales.

La formulación de alternativas al trazo inicial también se basó en las características de geoprocusamiento y también en el uso del Google Earth, que permitió la visualización de imágenes de alta resolución de toda la región entre las futuras Subestaciones (SEs) Yguazú y Valenzuela, consideradas como puntos de referencia obligatorios.

El **Mapa 4.2.a - Mapa de Alternativas de Trazo**, a continuación, presenta las restricciones físicas, bióticas y socioeconómicas descritas en la **Sección 4.1**, que se utilizaron para el estudio de trazo, así como las 3 alternativas estudiadas para la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela, llamadas Alternativas 1, 2 y 3.

La alternativa 1 es la ruta propuesta inicialmente por ANDE, que se desarrolló cerca de las Rutas 2 y 7 y de las LTs de 220 kV existentes. Las Alternativas 2 y 3, a su vez, incorporaron decisiones estratégicas para evitar o reducir la interferencia con los elementos socioambientales representados en el **Mapa 4.2.a**. En otras palabras, el proceso de formulación y evaluación de alternativas de trazo siguió una secuencia de análisis que buscó, desde el trazo de la Alternativa 1, la mejora y la minimización de la interferencia.

## 4.3

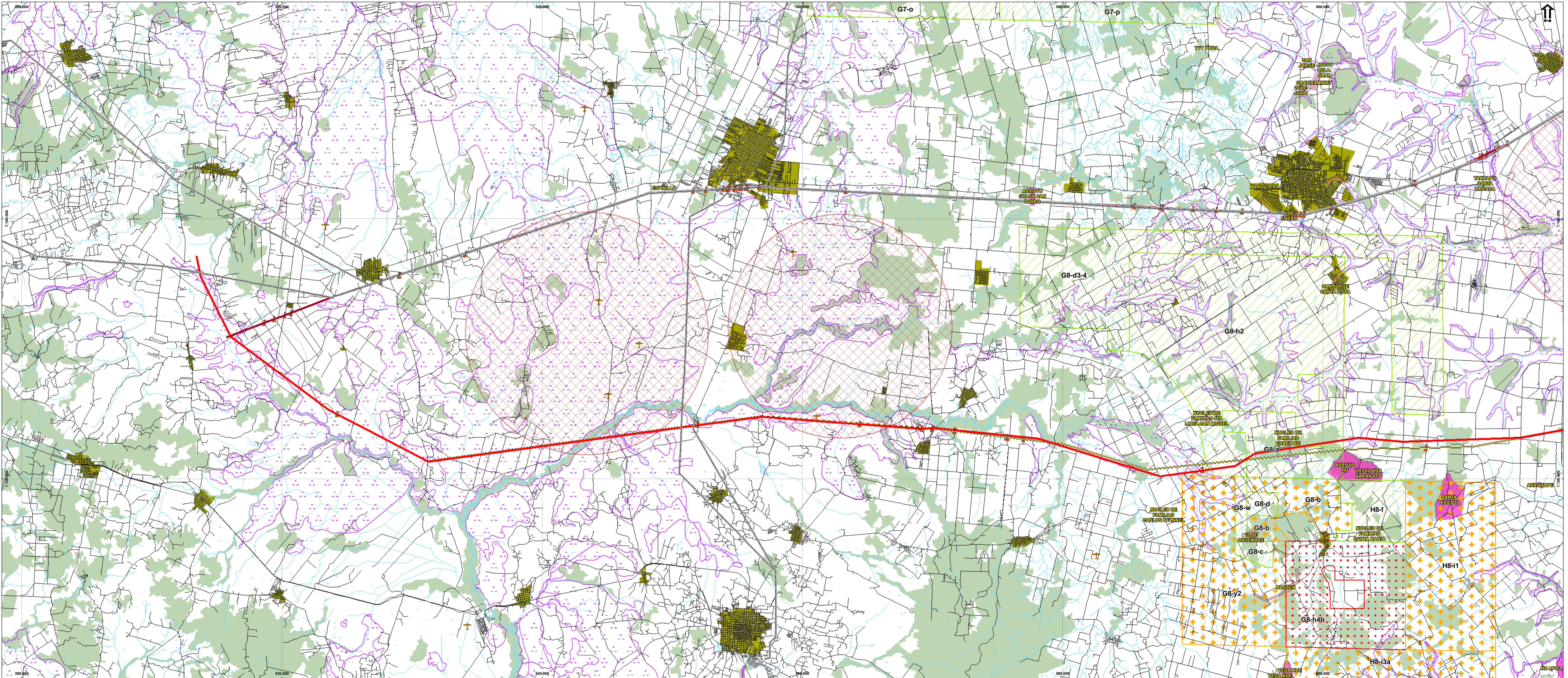
### Análisis Comparativo de Alternativas y Selección de Trazo

Esta sección presenta la evaluación cuantitativa y cualitativa de la interferencia de cada directriz de trazo evaluada sobre las restricciones socioambientales, lo que lleva a la selección de la alternativa que se considera que tiene el menor impacto socioambiental.

El análisis se basó en la consideración simultánea de las superposiciones encontradas en cada una de las alternativas en los componentes representados en la base geográfica. Por supuesto, teniendo en cuenta que la LT es una estructura lineal diseñada de acuerdo con estrictos criterios de ingeniería, que vincula las ubicaciones predichas para las Subestaciones, no es posible formular trazos que eviten las intersecciones con todos los elementos considerados.

Por lo tanto, en la evaluación comparativa, la toma de decisiones favoreció trazos alternativos con menos superposición con el conjunto de elementos representados en la base geográfica. Este





- Legenda**
- Pivotes de riego
  - Áreas urbanas
  - Fragmentos de Vegetación Nativa
  - Extensión del trazo en áreas con pocos accesos existentes
  - Lagos o Lagunas
  - LT Paraguay Alternativa 3
  - LT Paraguay Alternativa 2
  - LT Paraguay Alternativa 1
  - Caminos
  - Planicies Fluviales
- Tierras Indígenas**
- Situación**
- Desconocido
  - En trámite de regularización
  - Titulado
- Procesos de Exploración Minera**
- Concesión por ley
  - Permisos por resolución
  - Aprobado por comité de evaluación

**ESCALA GRÁFICA**

Proyecto UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sur

ESCALA: 1:100.000

DES. N°

REV. 0

CLIENTE:

**BID**

PROYECTO:

Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS) LT 500 kV Ygazaú - Valenzuela

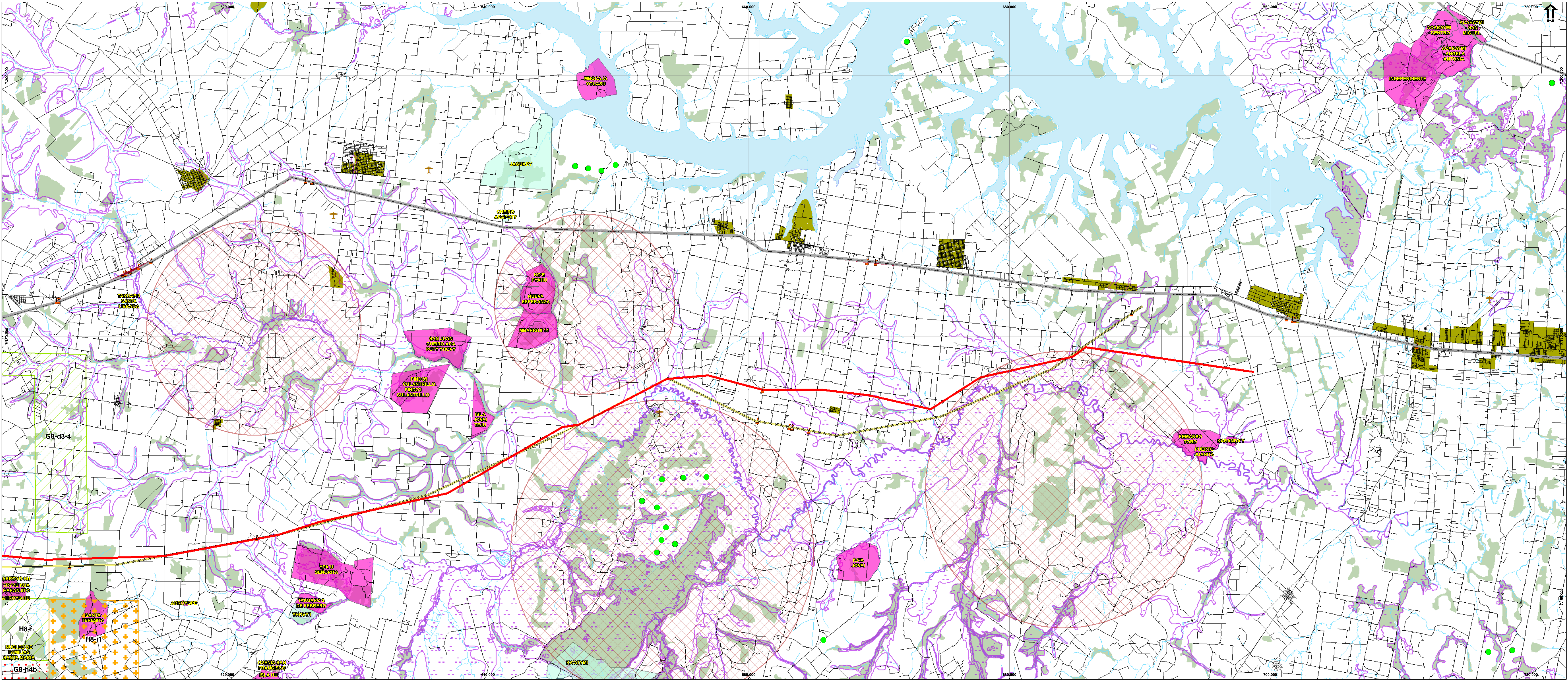
Mapa 4.2.0

Mapa de Alternativas de Trazo

JGP Consultoría e Participaciones Ltda.

Folha 1 de 2





- Legenda**

  - Pivotes de riego
  - Áreas urbanas
  - Fragmentos de Vegetación Nativa
  - Extensión del trazo en áreas con pocos accesos existentes
  - Lagos o Lagunas
- Tierras Indígenas**

**Situación**

  - Desconocido
  - En trámite de regularización
  - Titulado

**Procesos de Exploración Minera**

  - Concesión por ley
  - Permisos por resolución
  - Aprobado por comité de evaluación
- Procesos de Exploración Minera**

  - Concesión por ley
  - Permisos por resolución
  - Aprobado por comité de evaluación

**ESCALA GRÁFICA**

Proyecto: 1:100,000

ESCALA: 1:100,000

DES. N°

REV. 0

**CLIENTE**

**BID**

**PROYECTO**

Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS) LT 500 kV Yguzo - Valenzuela

Mapa 4.2.a

**Mapa de Alternativas de Trazo**

**JGP** Consultoría e Participaciones Ltda.

Folha 2 de 2



menor o menor grado de interferencia con las restricciones socioambientales es indicativo de impactos socioambientales menos significativos.

El análisis de interferencia se apoyó en herramientas de geoprocésamiento y en imágenes del Google Earth.

Cabe señalar, como ya se mencionó en el **Capítulo 2.0**, que la ubicación exacta de los sitios de implementación de las Subestaciones Yguazú y Valenzuela aún no está definida. Existe un área más amplia de búsqueda alternativa, que se ofrecerá a la empresa ejecutora para las negociaciones con los propietarios. Por lo tanto, la sección final entre el último vértice y la Subestación en ambos extremos de la LT se puede ajustar ligeramente.

Con respecto al conjunto de restricciones socioambientales definidas para la evaluación del trazo, debe tenerse en cuenta que las *áreas de relieve accidentado*, en el caso de la LT Yguazú - Valenzuela, no fue un criterio importante para definir las alternativas, ya que el relieve a lo largo del trazo es predominantemente plano, con altitudes que van desde 110 m a 334 m.

Como se muestra en el **Mapa 4.3.a**, la Alternativa 1, propuesta inicialmente por ANDE, representada en el color marrón en el mapa, sigue las Rutas 2 y 7 y las LTs de 220 kV existentes. Este trazo, con extensión de 201,7 km y 30 vértices, tiene la ventaja de su proximidad a las carreteras, la menor necesidad de abrir el acceso a los sitios de las torres y la reducción de los caminos de los vehículos entre los campamentos y los frentes de construcción. También cruza la región con menos cantidad de fragmentos de vegetación nativa.

Por otro lado, la Alternativa 1 cruza áreas con mayor densidad de ocupación, pasando cerca o dentro de la sede de varios distritos como San José de los Arroyos, Coronel Oviedo, Caaguazú y Juan Emilio O'Leary (Detalles A hasta D de la **Figura 4.2.a**), constituyendo una barrera para la expansión urbana de estos lugares.

Además del hecho de que hay centros urbanos cerca del trazo de la Alternativa 1, la región está densamente ocupada como un todo, lo que resulta en la cuantificación, basada en el conteo de techos a través del análisis de las imágenes satelitales, de un total de alrededor de 110 mejoras ubicadas en el área de la futura franja de servidumbre. Este trazo también cruza un cementerio al este de la sede del Coronel Oviedo (Detalle E de la **Figura 4.3.a**).

Figura 4.3.a

Trazo de la Alternativa 1 en relación con las sedes de los distritos



Detalle A - San José de los Arroyos



Detalle B – Coronel Oviedo





Detalle C – Caaguazú



Detalle D – Juan Emilio O'Leary



Detalle E – Cementerio cerca de Coronel Oviedo

Leyenda:

— Trazo de la Alternativa 1

Base: CNES/Airbus – Google Earth.

La alternativa 1 todavía intercepta a una tierra indígena titulada, según la base de datos del INDI - Instituto Paraguayo del Indígena. Es la comunidad Arroyo Guasu San Isidro, en la frontera entre los distritos del Coronel Oviedo y Caaguazú (**Figura 4.2.b**), cerca de la Colonia Potrero Guayaki. Además de esta interceptación, la Alternativa 1 se acerca a otras tres comunidades indígenas: Comunidad Espinillo (no titulada), distrito de Coronel Oviedo, a 241 m de la ruta; Comunidad 6 de Enero (en trámite de regularización), en el área urbana de Caaguazú, a 69 m del trazado; y Cheiro Arapoty Community (en trámite de regularización), en el distrito del Dr. J. Eulogio Estigarribia, a 397 m del trazado.

**Figura 4.3.b****Trazo de la Alternativa 1 en relación con la Tierra Indígena Arroyo Guasu San Isidro**

Legenda:

- Trazo de la Alternativa 1
- Tierra Indígena Arroyo Guasu San Isidro

Base: CNES/Airbus – Google Earth.

Además de las desventajas citadas anteriormente para la Alternativa 1, se debe considerar el riesgo de concentrar todas las LTs en una sola región, que en el caso de eventos climáticos extremos como tormentas, tornados, otros, podría provocar la pérdida de varios elementos del sistema de transmisión.

Por lo tanto, se consideró que la Alternativa 1 debería descartarse, comenzando con la identificación de un trazo alternativo lejos de las carreteras, de las LT existentes y de las regiones más densamente pobladas.

La primera alternativa evaluada consistió en un trazo desplazado más al sur, representado en amarillo en el **Mapa 4.3.a**. Este trazo, llamado Alternativa 2, tiene 190,4 km de extensión y 20 vértices, o sea, 11 km más corta que la Alternativa 1 y con 12 vértices menos.

Mientras que en la Alternativa 1 el punto de partida correspondía a una subestación existente en Minga Guazú, ubicada en un área densamente ocupada (ver **Figura 4.3.c**) y en la cual el acceso de la nueva LT afectaría gran cantidad de viviendas, en la Alternativa 2 la propuesta es la construcción de una nueva subestación en extremo leste del trazo. El sitio propuesto para el futuro SE está a unos 21 km al oeste de la SE existente, en el distrito de Yguazú, en un área actualmente ocupada



por avena. En el otro extremo, el sitio propuesto para la futura Subestación Valenzuela está a unos 6,3 km al noroeste del área que se había propuesto en la Alternativa 1, junto a la ruta Itacurubi - Valenzuela, actualmente utilizada para la agricultura.

**Figura 4.3.c**

**Ubicación de la Subestación en la alternativa 1**



Leyenda:

— Trazo de la Alternativa 1  
Base: CNES/Airbus – Google Earth.

La Alternativa 2, ubicada más al sur y lejos de las sedes de los distritos y las áreas densamente pobladas alrededor de las Rutas 2 y 7, y con un mayor número de vértices, permitió una reducción significativa (alrededor del 75%) en la intervención de la población, totalizando aproximadamente 27 mejoras ubicadas en el área de la futura franja de servidumbre.

Por esta misma razón, al estar más lejos de la región más densamente poblada cerca de las carreteras, la Alternativa 2 se encuentra en una región ligeramente más preservada que la ocupada anteriormente por la Alternativa 1. Aunque también está bastante antropizada, la región atravesada por la Alternativa 2 presenta algunos fragmentos de vegetación aislados, probablemente correspondientes a las áreas de reserva legal de las propiedades, o correspondientes a la vegetación ubicada en los márgenes de los cursos de agua.

La alternativa 2 también evitó el cruce de tierras indígenas. En este trazo, la LT solo se acerca a las comunidades, sin interceptar ninguna.

La Alternativa 2 se acerca a un área silvestre protegida, la Reserva Ypeti (a unos 175 m del trazo), lo que es una desventaja de este trazo en comparación con la Alternativa 1, que estaba a más de 11 km de áreas silvestres protegidas. Sin embargo, aunque cercano, el trazo de la Alternativa 2 no tiene un impacto directo en esta reserva, ya que se encuentra en la orilla opuesta del río Monday, que la delimita.

Con el fin de reducir aún más la interferencia del trazo con la población, y también mejorarlo en relación con el cruce de cursos de agua, planicies de inundación y fragmentos de vegetación, se propuso una nueva alternativa de trazo, la Alternativa 3, bastante similar a la Alternativa 2, pero refinada en varias partes.

La alternativa 3 tiene la longitud un poco mayor que la Alternativa 2, 197,7 km, y 30 vértices, y se representa en rojo en el **Mapa 4.3.a**. Como puede ver en el mapa, la Alternativa 3 comienza y termina en los mismos puntos que la Alternativa 2, y gran parte del trazo es similar a la alternativa anterior. Las mayores diferencias están en el paso por los distritos del Dr. Juan León Mallorquín, Juan E. O'Leary y José Domingo Ocampos y en Paso Yobai y Repatriación.

Los ajustes realizados en la Alternativa 3 permitieron una mayor reducción en la intervención con la población, reduciendo las mejoras en el área de la futura franja de servidumbre a solo 6, de las cuales solo una corresponde a una vivienda, y las otras son estructuras rurales tales como potreros, almacenes, corrales, chiqueros, etc.

Este trazo se aleja un poco más de la tierra indígena Arroio Hu, titulada, pero se acerca un poco más a la comunidad llamada Núcleo de Familias Chacore, no reconocida según la base de datos de INDI. A pesar de estar a solo 130 m de su límite, la directriz no intersecta esta área. Con respecto a la Reserva Ypeti, la Alternativa 3 está a aproximadamente 175 m de sus límites, que es la misma distancia entre la Alternativa 2 y esta área protegida. Sin embargo, en la Alternativa 3, la extensión del trazo cerca de esta Reserva es más pequeña, como se muestra en el **Mapa 4.3.a**.

Se han realizado algunos ajustes en la Alternativa 3 para reducir la cantidad de cruces innecesarios de cursos de agua y la consiguiente intercepción de la vegetación circundante, que está legalmente protegida (Ley N° 4241/10). También buscó reducir la extensión de los tramos de intercepción de planicies de inundación, donde el suelo tiene poca capacidad de carga y las áreas se inundan constantemente, lo que dificulta los procesos de construcción y aumenta el riesgo de contaminación del agua subterránea por las actividades de construcción.

Ejemplos de tales ajustes son los siguientes tramos que se muestran en las **Figuras 4.3.d** hasta **4.3.g**.

**Figura 4.3.d****Alternativas 2 y 3 en la sección del distrito Dr. Juan León Mallorquín - sección 1**

Leyenda:

- Trazo de la Alternativa 2
- Trazo de la Alternativa 3

Base: CNES/Airbus – Google Earth.

En la **Figura 4.3.d** se pueden ver las Alternativas 2 y 3 en el pasaje por el distrito del Dr. Juan León Mallorquín. En este tramo, la Alternativa 2 cruza el río Monday al menos 6 veces, cruzando longitudinalmente la vegetación remanente en las orillas de este curso de agua. La Alternativa 2 también intercepta un tramo bastante grande de la planicie de inundación de este río. La Alternativa 3, a su vez, se ha desplazado hacia el norte, evitando cualquier intersección de este curso de agua y también reduciendo considerablemente el tramo de intercepción de área con potencial de inundación.

Las **Figuras 4.3.e y 4.3.f** muestran la reducción en la extensión de intercepción de la planicie aluvial proporcionada por la Alternativa 3. En la **Figura 4.3.g**, que muestra las Alternativas 2 y 3 en una sección del distrito de Independencia, en el cruce del arroyo Guazu, se observa que la Alternativa 3 redujo a solo un cruce de este curso de agua, mientras que la Alternativa 2 lo cruzó 3 veces. Además, el trazo de la Alternativa 3 se alejó del curso de agua, respetando la distancia de 100 m establecida en la Ley N° 3239/07 y reduciendo la afectación de la vegetación circundante.

**Figura 4.3.e**

**Alternativas 2 y 3 en la sección del distrito Dr. Juan León Mallorquín - sección 2**



Leyenda:

- Trazo de la Alternativa 2
- Trazo de la Alternativa 3

Base: CNES/Airbus – Google Earth.

**Figura 4.3.f**  
**Alternativas 2 y 3 cerca de la Reserva Ypeti**



Leyenda:

- Trazo de la Alternativa 2
- Trazo de la Alternativa 3

Base: CNES/Airbus – Google Earth.



**Figura 4.3.g****Alternativas 2 y 3 en la sección de cruce del arroyo Guazu, distrito de Independencia**

Leyenda:

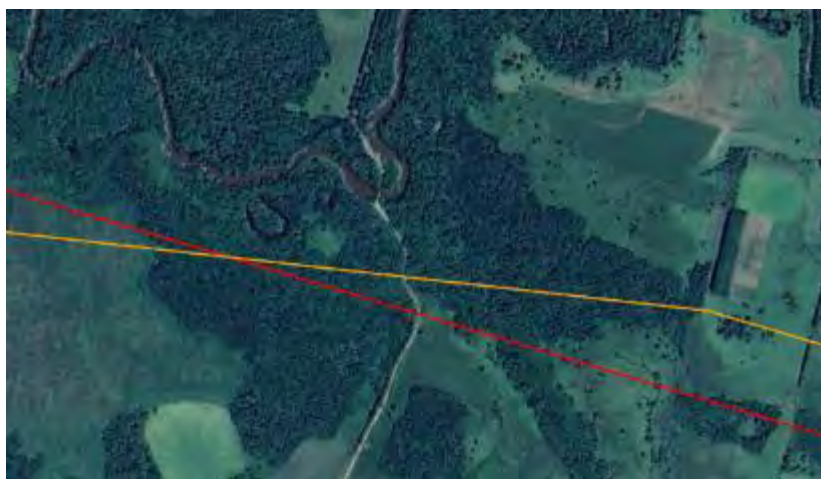
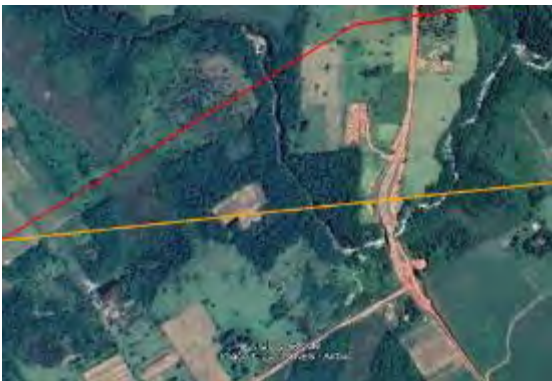
- Trazo de la Alternativa 2
- Trazo de la Alternativa 3

Base: CNES/Airbus – Google Earth.

La Alternativa 3 también se ha mejorado en términos de reducción de la afectación de la vegetación forestal nativa. Ejemplos de tales ajustes son las secciones que ya han mostrado las **Figuras 4.3.d** y **4.3.f**, y también las que se muestran en la **Figura 5.2.h**. Con estos ajustes fue posible reducir la extensión total de la intercepción de la vegetación forestal de casi 21 km a 18 km (14%).

**Figura 4.3.h****Ajustes en la Alternativa 3 para reducir la interferencia con la vegetación forestal nativa**





Leyenda:

- Trazo de la Alternativa 2
- Trazo de la Alternativa 3

Base: CNES/Airbus – Google Earth.

**Tabla 4.3.a**

**Cuantificación de interferencias para las Alternativas 1, 2 y 3 de la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Restricción		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Extensión, en km		201,7 km	190,4 km	197,7 km
Numero de vértices		32	20	30
Áreas silvestres protegidas	Proximidad a la Reserva Natural de Ypetí	11,8 km	0,175 km	0,175 km
Comunidades Indígenas	Extensión de la interceptación de Comunidades Indígenas tituladas	0,375 km (comunidad Arroyo Guasu San Isidro)	0 km	0 km
	Proximidad a Comunidades Indígenas tituladas	18,5 km (comunidad Arroyo Hu)	121 m (comunidad Arroyo Hu)	795 m (comunidad Arroyo Hu)
	Extensión de la interceptación de Comunidades Indígenas no tituladas	0 km	0 km	0 km
	Proximidad a Comunidades Indígenas no tituladas	Proximidad a 3 comunidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunidad Espinillo, distrito de Coronel Oviedo, a 241 m del trazo;</li> <li>Comunidad 6 de Enero, área urbana de Caaguazú, a 69 m del trazo;</li> <li>Comunidad Cheiro Arapoty, distrito de Dr. J. Eulogio Estigarribia, a 397 m del trazo.</li> </ul>	Proximidad a 1 comunidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>Núcleo de familias Chacore, a 645 m del trazo.</li> </ul>	Proximidad a 1 comunidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>Núcleo de familias Chacore, a 130 m del trazo.</li> </ul>
Extensión de la interceptación de áreas con agricultura familiar, en km		97,3 km	18,3 km	20,7 km
Interceptación de zonas urbanas		6,06 km	0 km	0 km
Cantidad de mejoras afectadas (en el área de la franja de servidumbre) *		110	27	6**
Interceptación de áreas de plantación forestal		0 km	2,05 km	1,04 km
Interceptación de fragmentos de vegetación nativa		8,8	20,8	18,4
Proximidad a aeródromos y pistas de aterrizaje		4,5 km – aeropuerto de Coronel Oviedo	Intercepta pista de aterrizaje de hacienda	Tangencia la cabecera de pista de aterrizaje de hacienda

**Tabla 4.3.a**

**Cuantificación de interferencias para las Alternativas 1, 2 y 3 de la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Restricción	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Extensión de la interceptación de áreas con pocos accesos existentes	14,3	29,2	26,1
Extensión de la interceptación de planicies de inundación	23,63	76,8	68,1

\* Estimación realizada contando techos utilizando imágenes de satélite.

\*\* Solo 1 vivienda. Los 5 restantes son estructuras rurales como potreros, almacenes, corrales, chiqueros, etc.

Del análisis comparativo entre las Alternativas, se destacan los siguientes puntos:

- La Alternativa 1 es claramente más ventajosa que las demás en cuanto a los criterios afectación de fragmentos de vegetación nativa y extensión de interceptación de planicies de inundación, además de estar más lejos de las Áreas Silvestres Protegidas. Sin embargo, fue descartada porque está muy cerca de las Rutas 2 y 7 y de las áreas urbanas de los distritos, afectando a un gran número de viviendas y otras mejoras, además de cruzar una comunidad indígena titulada.
- Las Alternativas 2 y 3 están cerca, con la Alternativa 2 un poco menos extensa y con menos vértices. Sin embargo, el mayor número de vértices en la Alternativa 3 proporcionó una reducción en la afectación de viviendas y otras mejoras y de la vegetación nativa.
- En comparación con la Alternativa 2, la Alternativa 3 logró, además de reducir la afectación en las viviendas y mejoras y en la vegetación nativa, como ya se mencionó, también reducir la afectación de planicies fluviales (así como la reducción de varios cruces de cursos de agua, como se mencionó en el texto anterior) y la afectación de áreas de plantación forestal. En cuanto a la afectación de áreas de agricultura familiar, hubo un pequeño aumento en la Alternativa 3 (13%).
- La Alternativa 3 se ha acercado a la comunidad indígena Núcleo de Familias Chacore (no reconocida), pero no la intercepta. Por otro lado, se distanció un poco más de la comunidad indígena Arroyo Hu, titulada.
- Al pasar cerca de la Reserva Natura Ypeti, las Alternativas 2 y 3 no son diferentes.

Por lo tanto, la Alternativa 3 fue considerada la más ventajosa entre las tres alternativas evaluadas, y puede ser ajustada en una etapa posterior del detalles del diseño del proyecto, para reducir aún más las interferencias que permanecen.

## 5.0

### Diagnóstico Ambiental y Social

#### 5.1

##### Definición de las Áreas de Influencia

El diagnóstico ambiental y social de las áreas de influencia de la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela y Subestaciones asociadas, desarrollado en las **Secciones 5.2, 5.3 y 5.4**, tiene como objetivo permitir una comprensión sistémica de los diversos componentes de los Medios Físico, Biótico y Socioeconómico, facilitando la identificación de sus interrelaciones y la dinámica de los procesos de transformación en curso.

Dada esta directriz general, el diagnóstico ambiental está estructurado por el sistema de aproximaciones sucesivas, es decir, primero se analizan todos los aspectos de interés a escala regional, para contextualizar y facilitar, en una segunda instancia, el análisis más detallado a nivel local. Por lo tanto, se consideraron diferentes niveles de enfoque, en los que se trataron los aspectos pertinentes de los Medios Físico, Biótico y Socioeconómico a diferentes escalas. Las unidades de análisis y los criterios de delimitación se dan a continuación.

Las áreas de influencia son las áreas que pueden verse afectadas directa o indirectamente, positiva o negativamente, por el proyecto en sus diversas fases. Para la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela y Subestaciones asociadas, se definen tres unidades de análisis:

- Área de Influencia Indirecta (AII);
- Área de Influencia Directa (AID);
- Área Directamente Afectada (ADA).

La información de la AII está basada en datos secundarios, lo que permitió comprender las interacciones del proyecto con el medio ambiente. Estos datos se complementaron con datos primarios recogidos para el AID y ADA.

Toda la información ambiental básica se obtuvo de fuentes reconocidas, como agencias oficiales, universidades, instituciones nacionales, complementadas con trabajo de campo para el AID y ADA, como ya se mencionó anteriormente.

Al mismo tiempo, se desarrollaron bases de datos geo codificadas y se utilizó información geográfica para la adquisición, procesamiento, análisis, georreferenciación y presentación de datos espaciales. Esta herramienta fue clave en la evaluación integrada de los temas físicos, bióticos y socioeconómicos.

Los procedimientos metodológicos aplicados a la confección de productos cartográficos fueron comunes a todos los temas cubiertos en el estudio. Se utilizaron datos e información secundaria proporcionada por agencias gubernamentales oficiales e instituciones de pesquisa, así como información primaria recopilada directamente en el campo.

Las imágenes de satélite utilizadas fueron las disponibles en Google Earth Pro.

### Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta (AII) es un área amplia donde los impactos indirectos del proyecto tienen alcance.

Para la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela, el AII se definió con dos cortes diferentes, uno para los Medios Físico y Biótico, y el otro para el Medio socioeconómico.

Para los Medios Físico y Biótico, se consideró como AII los límites de las áreas de drenaje definidas por las micro cuencas interceptadas por el trazo de la LT. La opción de delimitar el AII a través de este factor geográfico se debió al hecho de que la cuenca es una unidad de integración de procesos que actúan en la superficie, cuyas características fisiográficas reflejan las condiciones procesales intrínsecas a su dinámica.

Desde un punto de vista teórico, debe tenerse en cuenta que la cuenca se ha utilizado ampliamente como una categoría de análisis espacial, incluso para fines de planificación urbana y ambiental. A este respecto, los estudios de Horton (1945) sobre los parámetros de organización de las redes de drenaje (jerarquización); la Teoría Ecodinámica de Tricart (1977), que reconoce la cuenca como la base física del medio ambiente; además de las concepciones y enfoques sistémicos sobre la cuenca reconocidos en los estudios de Bertrand (1972), Strahler (1964), Sotchava (1978) y Christofolletti (1980). La delimitación basada en las cuencas también cumple con lo recomendado por el Artículo 3 de la Ley N° 294/93, de Evaluación de Impacto Ambiental, que establece que toda Evaluación de Impacto Ambiental deberá contener, como mínimo:

...

*c) Los límites del área geográfica a ser afectada, con una descripción física, biológica, socioeconómica y cultural, detallada tanto cuantitativa como cualitativamente, del área de influencia directa de las obras o actividades y un inventario ambiental de la misma, de tal modo a caracterizar su estado previo a las transformaciones proyectadas, con especial atención en la determinación de las cuencas hidrográficas;*

A partir de la información proporcionada por la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos y los vectores generados en el ambiente SIG utilizando datos SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission/NASA*), se seleccionaron todas las micro cuencas interceptadas por una faja de 5 (cinco) km medida para cada lado del eje de la LT, formando un poligonal con 2.483 km<sup>2</sup>, desde la futura SE Yguazú hasta la futura SE Valenzuela.

Este nivel de delimitación abarca áreas relativamente grandes, y sus límites no eximen la caracterización de elementos atribuibles a la integridad de las cuencas definidas por los principales colectores. Por lo tanto, se cumple el objetivo de apreciación y análisis paramétrico e integrado de los atributos relacionados con los Medios Físico y Biótico.

También es digno de mención que, debido a la dimensión territorial de las áreas definidas por las poligonales de las micro cuencas, se admite que los posibles efectos adversos resultantes de la

implementación y operación del proyecto se pueden asimilar de manera factible por los respectivos subsistemas hidrográficos.

En relación con el Medio Socioeconómico, la noción del área de influencia social y socioeconómica de un proyecto tiene sus propias especificidades, por lo que, en este componente, la definición no solo del AII, sino del AID, debe hacerse con cierta flexibilidad y mayor alcance, en la medida que los impactos sociales no resultan solo de cambios físicos que el proyecto causa en el territorio.

Por lo tanto, la creación de empleo en la fase de construcción tiene un impacto directo que potencialmente no solo se siente en los distritos interceptados y localidades más cercanas al proyecto, sino que puede cubrir otras áreas de los departamentos. Aún en la fase de construcción, el impacto directo del transporte de materiales y equipos (contaminación, riesgo de accidentes, seguridad y fluidez en el tránsito), relacionado con las obras, se siente potencialmente entre el origen y el destino, o sea, está mucho más allá de la faja de 1 km alrededor del trazo. En la fase de operación, el impacto directo de la transmisión de energía y el refuerzo del sistema se puede sentir a escala departamental.

En resumen, en lo que respecta al Medio Socioeconómico, tanto los impactos directos como los indirectos se pueden sentir a varias escalas, dependiendo del tipo de acción del proyecto y su impacto. Por lo tanto, se propone que, para el Medio Socioeconómico, el AII debería tener como límite los 4 departamentos interceptados por el trazo - Alto Paraná, Guairá, Caaguazú y Cordillera, y Caazapá, que no es interceptado por el trazo pero sí por el AID.

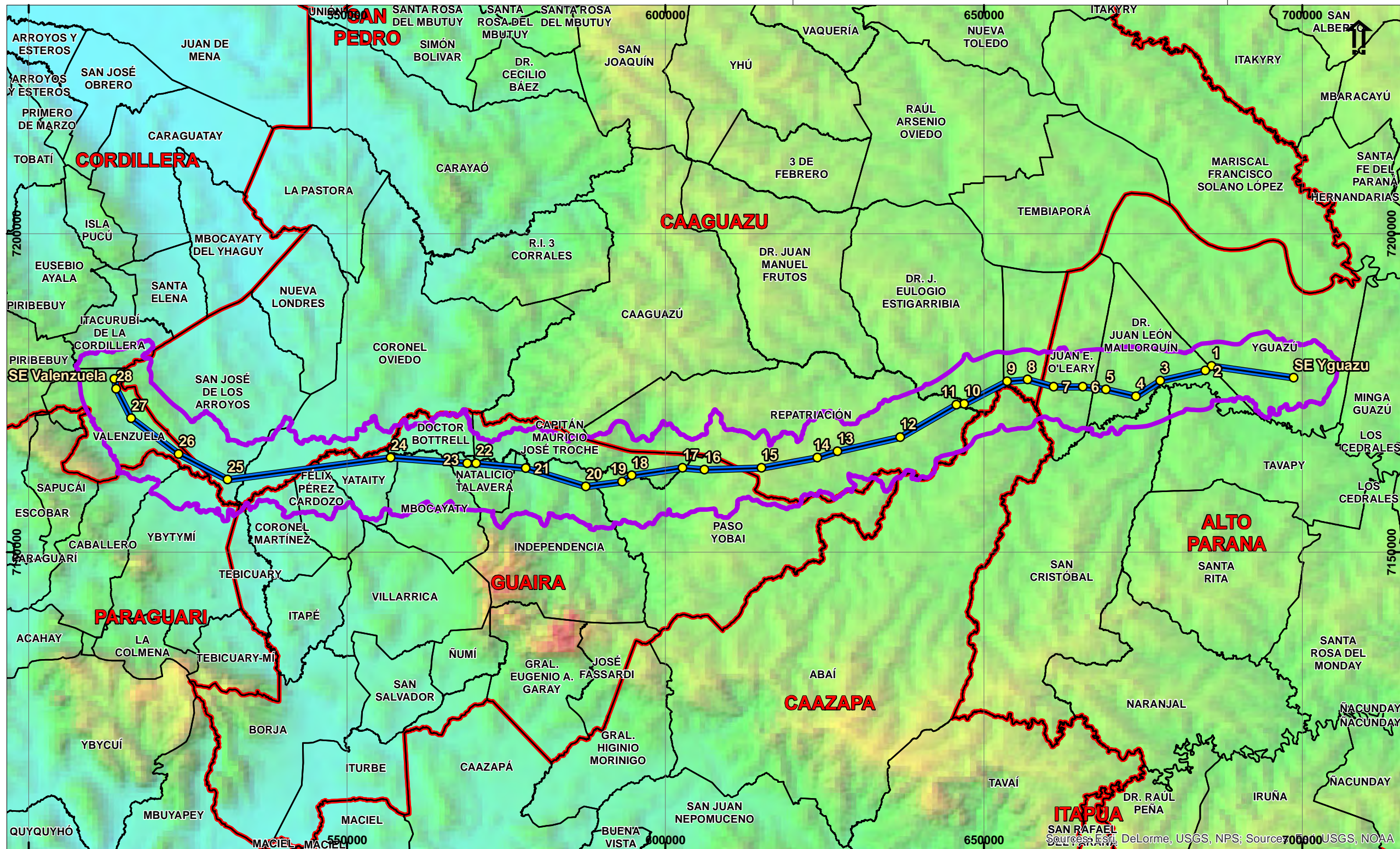
Los Mapas del Área de Influencia Indirecta (AII) de los Medios Físico y Biótico (**Mapa 5.1.a**) y del Área de Influencia Indirecta (AII) del Medio Socioeconómico (**Mapa 5.1.b**) se presentan a continuación.

#### Área de Influencia Directa (AID)

El Área de Influencia Directa (AID) es el área en la que se producen impactos directos del proyecto, es decir aquellos que ocurren en el mismo sitio en el que se produjo la acción generadora del impacto ambiental, y al mismo tiempo o en tiempo cercano, al momento de la acción que provocó el impacto (CONELEC, 2005). Son ejemplos, la contaminación, los procesos erosivos, la interferencia en drenajes, etc., sobre el medio ambiente natural, y el cambio de uso del suelo para establecimiento de la franja de servidumbre, los incómodos por aumento de ruido y polvo, los accidentes laborales, la transmisión de enfermedades, los conflictos entre trabajadores y residentes, etc., sobre el ambiente socioeconómico. Estos impactos deberían ocurrir en el área directamente afectada por el proyecto y sus alrededores inmediatos.

Por lo tanto, se definió la AID como una franja de 1 km, 500 m a cada lado del trazo de la LT, así como la sede de los distritos de Colonia Yguazú, Caaguazú y Valenzuela, donde se instalarán los campamentos de construcción (ver **Mapa 5.1.c** a continuación).





- Legenda**
- Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Distritos
  - Departamentos
  - Área de Influencia Indirecta (All) de los Medios Físico y Biótico

Responsable:

*Renata Cristina Moretti*

Cliente:



Resp: Renata Cristina Moretti nº CREA - 5060276362

JGP

Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Escala Gráfica

0 6 12 24 36km

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: Base Opem Street Map / CartoDB · Datasets by Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos

Mapa 5.1.a

**Mapa del Área de Influencia Indirecta (All) de los Medios Físico y Biótico**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:650.000	LT 500 kV Iguazú - Valenzuela	Ø





### Área Directamente Afectada (ADA)

El Área Directamente Afectada (ADA) corresponde a las áreas donde realmente habrá intervenciones del proyecto, es decir, la franja de servidumbre de 70 m de ancho (35 m a cada lado del trazo), los nuevos accesos que se implementarán fuera de la servidumbre (si hay alguno) y las áreas de las Subestaciones Yguazú y Valenzuela (ver **Mapa 5.1.c**).

## 5.2

### Medio Físico

#### 5.2.1

##### Clima

##### 5.2.1.1

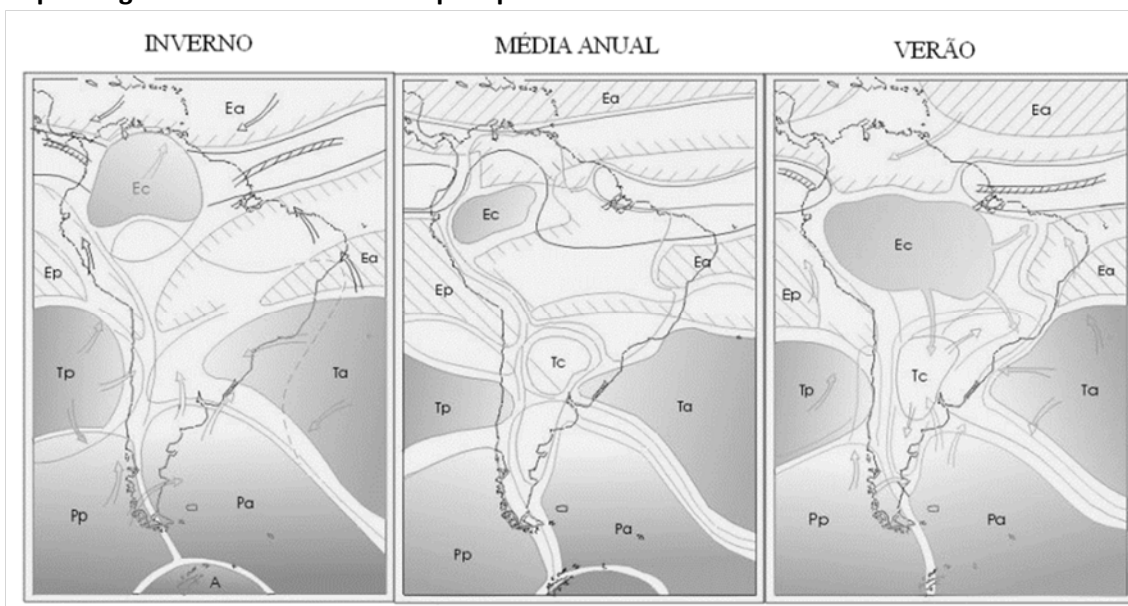
##### Circulación Atmosférica

##### *Climatología Sudamericana*

La climatología sudamericana se caracteriza por la forma, posición y tamaño del continente. Su extensión territorial en dirección Norte-Sur, de latitudes bajas a altas, así como su posición entre los océanos Pacífico y Atlántico Sur, hacen que su definición climática sea muy compleja, siendo afectada por varias masas de aire, como se ejemplifica en la **Figura 5.2.1.1.a**, a seguir.

**Figura 5.2.1.1.a**

**Esquema general de masas de aire que operan en América del Sur**



Ea: Ecuatorial Atlántico; Ec: Ecuatorial Continental; Ta: Tropical Atlántico; Tc: Tropical Continental; Pa: Polar Atlántico; Ep: Ecuatorial Pacífico; Tp: Tropical Pacífico; Pp: Polar Pacífico.

Fuente: Sant'Ana Neto (2005).

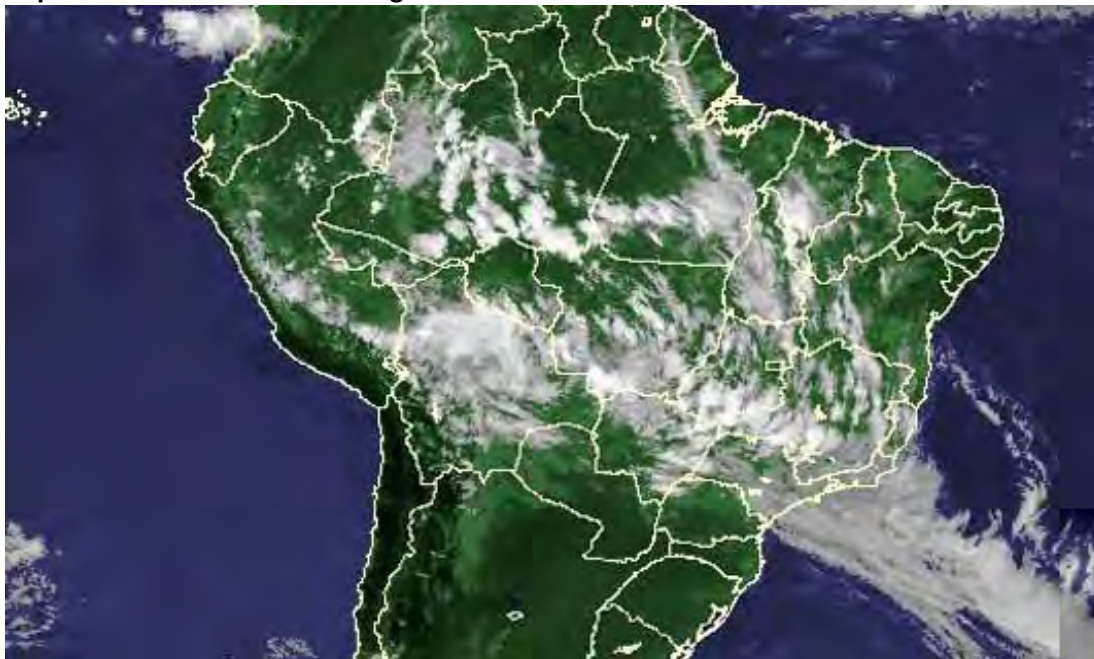
Se caracteriza por la presencia de los Andes, que se extiende sur-norte desde Venezuela hasta el Cabo de Hornos, así como por dos anticiclones casi estacionarios, uno en el Atlántico Sur (ASAS) y uno en el Pacífico Sur (ASPS), de lo cual depende la penetración de las masas de aire en el continente, que definen las características climatológicas locales, aliadas a los factores meso y micro escala.

La cordillera de los Andes impide que las masas de aire tropical provenientes del Océano Pacífico ingresen al continente. La excepción es cuando las masas de aire polar llegan al interior del continente a través de Argentina, donde la cordillera presenta altitudes más bajas. Estas masas de aire llegan relativamente secas como resultado de la pérdida de humedad debido al enfriamiento adiabático, cuando son forzadas a subir por la cordillera a barlovento, en Chile, cruzando después la Patagonia.

El Anticiclón Subtropical del Atlántico Sur (ASAS) es un sistema semiestacionario que permanece durante todo el año, presentando variaciones en su posición y alcance espacial. En enero, ejerce influencia principalmente en la región oriental del continente. Su circulación genera, con la excepción de la Amazonía occidental, vientos regionales predominantes en la dirección E-NE. Presenta un alto índice de humedad debido a la evaporación oceánica, haciéndolo húmedo y caliente, debido también a la alta incidencia de la radiación solar.

El Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (ASPS) no actúa directamente sobre el continente debido al bloqueo causado por la Cordillera de los Andes. Su circulación atmosférica es inducida por la dirección de la Cordillera, haciendo que el aire frío siga también en dirección Sur-Norte que, aliado a la circulación de la corriente marina fría de Humboldt, establece un alto grado de estabilidad y ausencia de precipitaciones en la costa este del continente.

La Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) (**Figura 5.2.1.1.b**) es un sistema típico de verano del Hemisferio Sur, caracterizado por una banda de nubosidad orientada en dirección NO-SE, actuando en la región centro-sur de la Amazonia, centro-oeste y sureste de Brasil.

**Figura 5.2.1.1.b****Representación de ZCAS en imágenes satelitales**

Fuente: Google. Nota: La ZCAS está representada por la línea de nebulosidad orientada en la dirección NO-SE.

Las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (TSM) en el Atlántico Sur tienden a intensificar el ZCAS, mientras que las anomalías negativas disminuyen su influencia. Sin embargo, cuando la ZCAS es intensificada, la TSM sufre una anomalía negativa debido al aumento de la nubosidad, lo que debilita a ZCAS, estableciendo así un esquema de *feedbacks* positivos y negativos, que naturalmente tienden al equilibrio.

Baja del Chaco se encuentra sobre la región del Chaco paraguayo-boliviano y se forma debido al calentamiento continental durante el verano. Es un sistema de baja presión formado por la temporada de avenida ascendente que presenta convergencia de aire en las regiones circundantes a niveles bajos.

El Anticiclón Polar es una masa de aire frío que se origina en el continente Antártico, con circulación en sentido contrario a las manecillas del reloj y vientos divergentes en superficie, originando en estas regiones la llamada masa de aire polar. En su origen, presenta características de estabilidad, por ser fría y seca. Sin embargo, después de atravesar territorios de latitudes más bajas, absorbiendo calor y humedad, comienza a presentar características inestables.

Esta masa también se denomina Anticiclón Polar Migratorio (APM), que invade el continente con cierta frecuencia y trayectoria predominante SW-NE, pero sufre influencia tanto por el ASAS como por el ASPS, dependiendo de la estación del año en el hemisferio sur.

Una de las posibles trayectorias del APM transcurre por el interior del continente, entre la cordillera de los Andes y el Macizo Brasileño, conduciendo la masa de aire frío a través del Paraguay, Mato Grosso/BR hacia la Alta Amazonía, provocando caídas bruscas de temperatura.

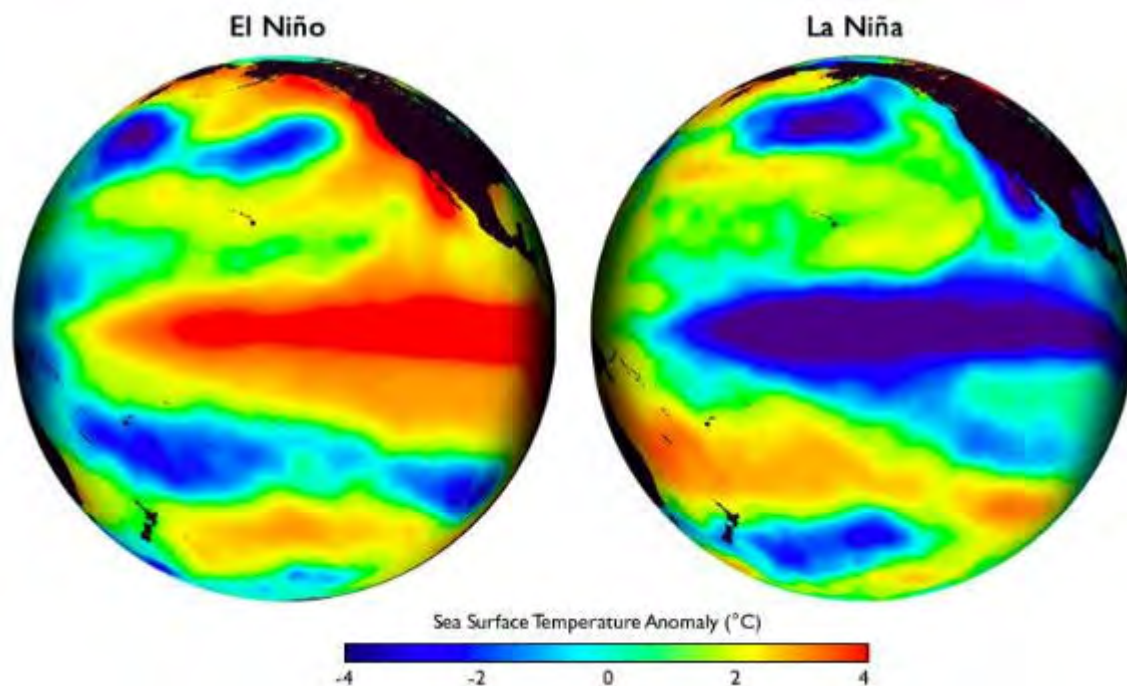
Hay también dos tipos de fenómenos, estos entre los Sistemas Convectivos a Meso escala: las Líneas de Inestabilidad (IT) y los Complejos Convectivos a Meso escala (CCM). Las IT son depresiones barométricas en forma de líneas alargadas, formadas sobre los estados de Pará y Amazonas como resultado del ciclo de calentamiento diurno. Tendiendo a la etapa de madurez, se desplazan hacia las regiones sur y sureste, y dependiendo de la fuerza de formación de las IT, éstas pueden provocar fuertes lluvias y tormentas de corta duración, acompañadas de ráfagas de vientos que pueden llegar hasta los 90 km/h.

Por último, es importante señalar que el régimen de lluvias del continente está fuertemente influenciado por la ocurrencia del fenómeno. *El niño* (Figura 5.2.1.1.c) que se asocia con la fase negativa de la Oscilación del Sur (ENOS). *El niño* Representa una anomalía térmica positiva en el TSM del Océano Pacífico durante el verano del hemisferio sur, mientras que la Oscilación del Sur se caracteriza por una fluctuación en la presión del nivel del mar observada entre las regiones de Indonesia y el Océano Pacífico Oriental. Este fenómeno tiene una duración media, desde el calentamiento hasta el enfriamiento, de 12 a 18 meses, comenzando generalmente a principios de año, alcanzando su máximo alrededor del mes de diciembre. Su recurrencia ocurre en períodos de dos a siete años, pero sin un patrón definido.

Durante la ocurrencia de *El niño* los índices de precipitaciones en Paraguay son fuertemente alterados, especialmente durante la primavera y el otoño, donde los índices de precipitaciones pueden duplicarse. Ante la ocurrencia de *La niña* el impacto se invierte y los índices de precipitación se alteran fuertemente hacia abajo, generando ya sea inundaciones o sequías severas. Según información del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), *El niño* aumenta considerablemente las precipitaciones en Paraguay, por ejemplo, al duplicar el volumen del río Paraná.

La Dirección de Meteorología e Hidrología de Paraguay (DHM) ha evaluado varios estudios sobre la relación entre *El Niño* y la precipitación en el país que mostraron una fuerte relación, resultando en afectación en la temporada de lluvias, especialmente en la región oriental donde se ubica el proyecto propuesto, especialmente entre octubre y marzo, siendo cierto lo contrario, con una fuerte disminución de las precipitaciones durante los acontecimientos de *La niña*. Los estudios también enseñan que durante acontecimientos fuertes de *El niño*, como los de 1982-1983 y 1997-1998, el incremento de las precipitaciones osciló entre 400 mm y 800 mm, alcanzando un excedente de más de 1.000 mm.

Figura 5.2.1.1.c

Representación de la temperatura del mar durante *El niño* y *La niña*

Fuente: Adaptado de NOAA *Education Resources*. Texto del subtítulo: Anomalía de la temperatura de la superficie del mar (traducción libre).

La **Tabla 5.2.1.1.a** presenta un historial de la ocurrencia del fenómeno, así como de su inverso, conocida como *La niña*.

Tabla 5.2.1.1.a

Historial de ocurrencia del *El Niño* y *La Niña* y respectivas intensidades

El Niño	La Niña
1895-1896	1892-1893
1896-1897	1893-1894
1899-1900	1903-1904
1902-1903	1906-1907
1904-1905	1908-1909
1905-1906	1909-1910
1911-1912	1910-1911
1913-1914	1916-1917
1914-1915	1917-1918
1918-1919	1924-1925
1919-1920	1933-1934
1925-1926	1937-1938
1930-1931	1938-1939
1939-1940	1942-1943

Tabla 5.2.1.1.a

Historial de ocurrencia del *El Niño* y *La Niña* y respectivas intensidades

El Niño	La Niña
1940-1941	1949-1950
1941-1942	1954-1955
1951-1952	1955-1956
1952-1953	1967-1968
1957-1958	1970-1971
1963-1964	1973-1974
1965-1966	1975-1976
1968-1969	1988-1989
1969-1970	1998-1999
1972-1973	1999 y 2000
1976-1977	2007-2008
1979-1980	2010 - 2011
1982-1983	2017-2018
1986-1987	-
1987-1988	-
1991-1992	-
1992-1993	-
1997-1998	-
2002-2003	-
2006-2007	-
2009-2010	-
2015 - 2016	-

Fuente: CPTEC / INPE.

Débil / Moderado / Fuerte

## 5.2.1.2

## Clasificación Climática

La clasificación climática del área de influencia se basó en la metodología Koppen-Geiger, que es uno de los sistemas de clasificación climática más utilizados en la actualidad. Fue propuesto en 1900 por Wladimir Koppen y actualizado por Rudolph Geiger, basándose en el supuesto de que la vegetación natural de cada región de la Tierra es la expresión del clima que prevalece en ella.

Este sistema divide el clima en cinco grupos principales, que representan cinco de las asociaciones más relevantes de vegetales y abarcan 11 tipos de clima más importantes, así como los tipos y subtipos. Cada clima está representado por un conjunto de dos o tres letras. La primera letra, mayúscula, denota la característica general del clima e indica el grupo climático, que va desde la "A" hasta la "E" del Ecuador hacia los polos. La segunda letra, en minúsculas, indica el tipo climático dentro del grupo y señala las características específicas del régimen de lluvias, como la cantidad y la distribución. La tercera letra, también en minúsculas, muestra la temperatura media mensual del aire de los meses más calurosos, o la temperatura media anual del aire, siempre que el grupo climático sea "B".

Los Distritos interceptados por el trazado propuesto se clasifican según el tipo climático "Cfa". La letra mayúscula "C" representa el clima húmedo meso térmico de las latitudes promedios, con inviernos suaves y temperaturas promedios del mes más frío entre 3°C y 18°C. La letra minúscula "f" se refiere al tipo sazonado húmedo. El tipo climático "Cf" se caracteriza por lluvias uniformemente distribuidas a lo largo de todo el año, sin una estación seca clara, con la altitud de lluvia del mes más seco superior a 30 mm. El tipo climático "Cfa", subtropical, además de las definiciones conjuntas ya presentadas anteriormente, se caracteriza por un verano caluroso, en el que la temperatura promedio del mes más caluroso se mantiene por encima de los 22°C.

### 5.2.1.3

#### Climatología del Paraguay y de la Zona de Influencia

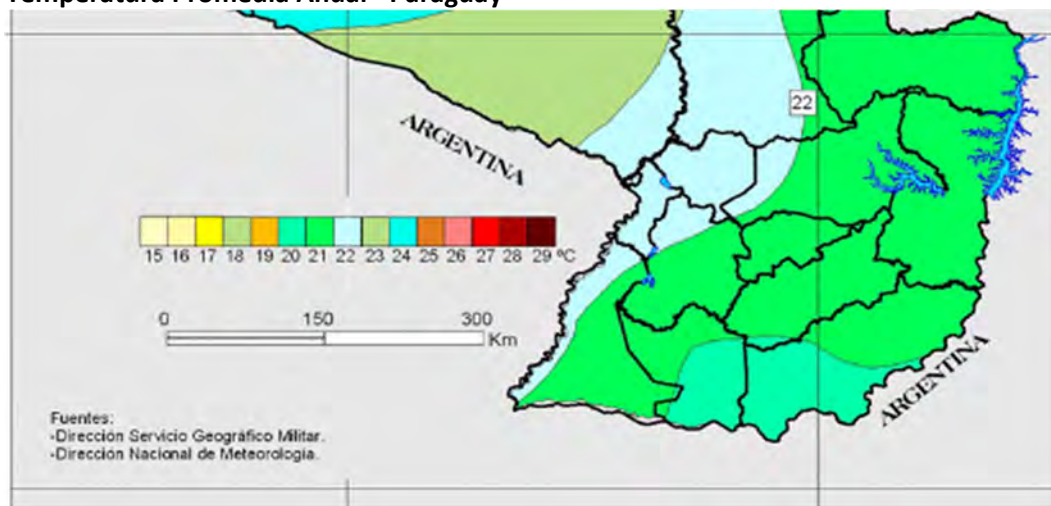
Según el Atlas de Riesgo de Desastres de la República del Paraguay (SEN, 2018) el verano es caluroso y lluvioso y el invierno es frío y seco, con dos estaciones bien definidas, una seca y otra lluviosa. La topografía predominantemente plana permite la entrada tanto de masas de aire caliente ecuatoriales provenientes de la región norte, como la Amazonía brasileña, cuanto de masas frías advenidas de la región polar.

La temperatura promedio anual es del ronda 21°C (**Figura 5.2.1.3.a**) con amplitud de 10°C. Durante el verano las temperaturas son bastante altas y pueden superar los 40°C en algunas regiones, con un promedio de 27°C y una humedad relativa de alrededor del 80%. Durante el invierno y la primavera las temperaturas son suaves con promedios de 17°C.

La **Figura 5.2.1.3.b** enseña la temperatura promedio mensual en Paraguay para el período de 1901 a 2016 con datos del Portal de Conocimiento del Cambio Climático del Banco Mundial. Es evidente la caracterización de dos estaciones, una cálida y otra lluviosa, siendo registrada la más alta en enero y la más baja en julio.

**Figura 5.2.1.3.a**

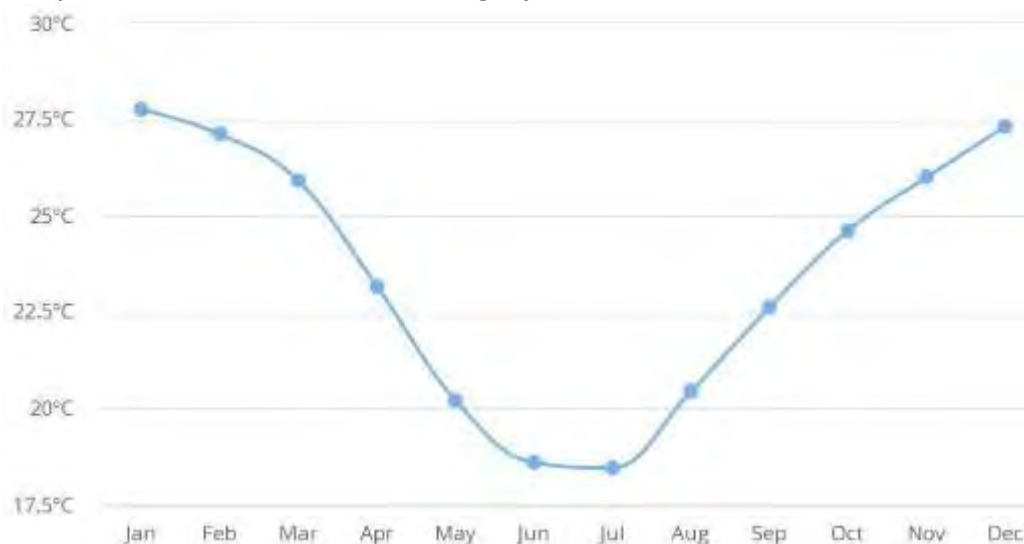
#### Temperatura Promedia Anual - Paraguay



Fuente: CHM-Paraguay. El círculo rojo indica la zona del proyecto propuesto.



**Figura 5.2.1.3.b**  
**Temperatura Promedia Mensual - Paraguay (1901 - 2016)**

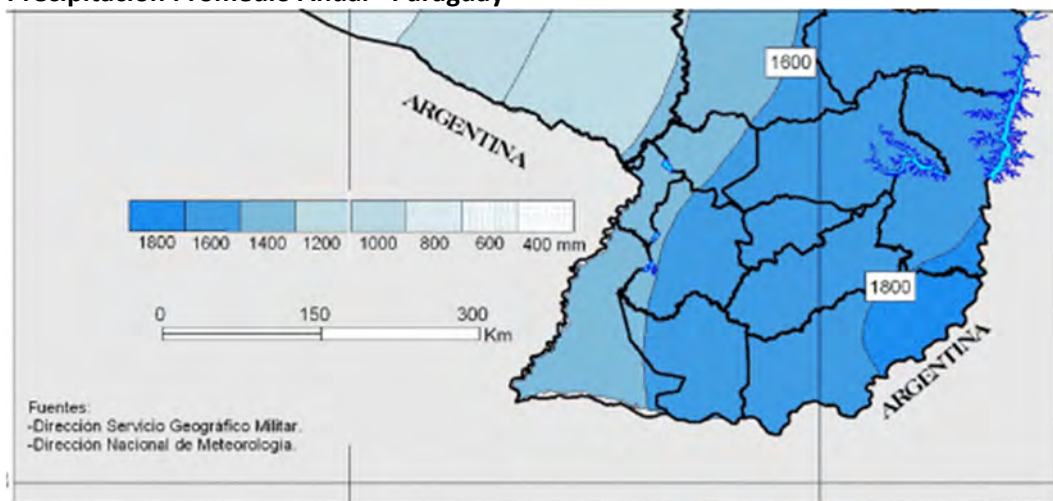


Fuente: Portal del Conocimiento sobre el Cambio Climático / Banco Mundial.

El período de lluvias ocurre entre la primavera y el verano y la estación seca entre el otoño y el invierno. Los meses más secos son julio y agosto, mientras que los meses lluviosos ocurren entre octubre y febrero. Las lluvias, durante el verano, tienden a ser torrenciales y mal distribuidas espacialmente. Mientras la región sudeste del país presenta la precipitación promedio anual entre los 1.600 mm y los 1.800 mm, donde se ubica el proyecto (**Figura 5.2.1.3.c**), en el Noroeste, el promedio anual es de unos 600 mm, lo que se debe principalmente a la distancia del océano.

La **Figura 5.2.1.3.d** presenta la precipitación mensual promedio de Paraguay para el período comprendido entre 1901 y 2016 con datos del Portal de Conocimientos sobre Cambio climático del Banco Mundial. Es evidente la presencia de dos estaciones bien definidas: una seca y otra lluviosa. El mes más seco es agosto, mientras que las mayores precipitaciones se registran en noviembre, diciembre y enero.

**Figura 5.2.1.3.c**  
**Precipitación Promedio Anual - Paraguay**



Fuente: CHM-Paraguay. El círculo rojo indica la zona del proyecto propuesto.

**Figura 5.2.1.3.d**  
**Precipitación Promedia Mensual - Paraguay (1901 - 2016)**



Fuente: Portal del Conocimiento sobre el Cambio Climático / Banco Mundial.

En comparación con los datos de temperatura y precipitación de Paraguay, presentase la **Figura 5.2.1.3.e** con el normal climatológico de temperatura y presión para la localidad de Villarrica considerando el período histórico entre 1961 y 1990, con datos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Villarrica está ubicada a aproximadamente 50 km del trazado en el Departamento de la Cordillera y a 140 km del trazado en el Departamento del Alto Paraná, sirviendo como referencia climática para todo el trazado propuesto, según los dictados de la OMM.

La variación de las precipitaciones a lo largo del año es menos notable que el promedio nacional, pero aún registra un período seco y otro lluvioso, siendo los mayores índices de precipitación en enero, mientras que el índice más bajo ocurre en julio. La amplitud térmica está más cerca del promedio nacional, con las temperaturas más altas registradas en enero y las más bajas en junio.

**Figura 5.2.1.3.e**

**Normal Climatológica de Villarrica - Temperatura y Precipitación (1961 - 1990)**



Fuente: Organización Meteorológica Mundial (OMM). Villarrica se encuentra a unos 50 km del trazado en la Cordillera y a 140 km en el Alto Paraná.

Columnas azules - Precipitación

Línea de puntos - Presión atmosférica de la estación

Línea verde con esferas - Temperatura

Líneas verdes continuas - Rango de temperatura

En cuanto al régimen de vientos, durante el verano predominan los vientos cálidos y húmedos del noroeste. En invierno, los vientos predominantes son frescos y provienen de la región sur, impulsados por el anticiclón del Atlántico Sur. En general, la velocidad del viento rara vez supera los 70 km/h. Sin embargo, ocasionalmente hay huracanes con vientos que superan los 160 Km/h que, cuando ocurren en la región de la llanura, pueden evolucionar en formaciones de tornados. Según datos del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Gobierno de Paraguay, la velocidad promedia anual del viento a 10 metros de altura, para la región de influencia del proyecto propuesto, varía entre 3,8 m/s y 4,3 m/s.

Es importante señalar que Paraguay se encuentra en la zona conocida como Zona de Tornado Sudamericana. Según Iensse (2018), la región presenta los elementos esenciales para la formación de tornados por el encuentro de masas de aire caliente y seco; aire caliente y húmedo; y aire frío, junto con la acción de corrientes de chorro caliente y húmedo en niveles bajos y corrientes además de chorro subtropicales en niveles altos.

lensse (2018) observó una fuerte tendencia de acontecimientos tornádicos cuando da ocurrencia del fenómeno *La niña* y luego en años neutrales. De los países de la Zona de Tornado Sudamericana: Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay, Paraguay presenta el menor número de ocurrencias con nueve casos registrados entre 1959 y 2018.

Dentro de los sistemas atmosféricos que más propician las condiciones meteorológicas para la formación de tornados, lensse (2018) señala que el desempeño del Frente Polar Atlántico (FPA) es el principal de ellos, ya que su pasaje produce discontinuidades barométricas, térmicas, higrométricas y anemométricas, lo que resulta en una fuerte inestabilidad atmosférica.

Por último, todavía según lensse (2018), el otoño es la estación que concentra la mayor parte de los tornados en Paraguay, seguido por el verano y, por fin, la primavera. La **Figura 5.2.1.3.f** indica el lugar de ocurrencia y a qué sistemas atmosféricos se relacionaban los tornados registrados.

**Figura 5.2.1.3.f**

**Tornados registrados en Paraguay por Sistema Meteorológico (1959 - 2018)**



Fuente: lensse, 2018. El círculo amarillo señala el área de proyecto propuesto.

Naranja - Cavada

Púrpura - Frente Polar Atlántico

Gris - Masa Tropical Continental

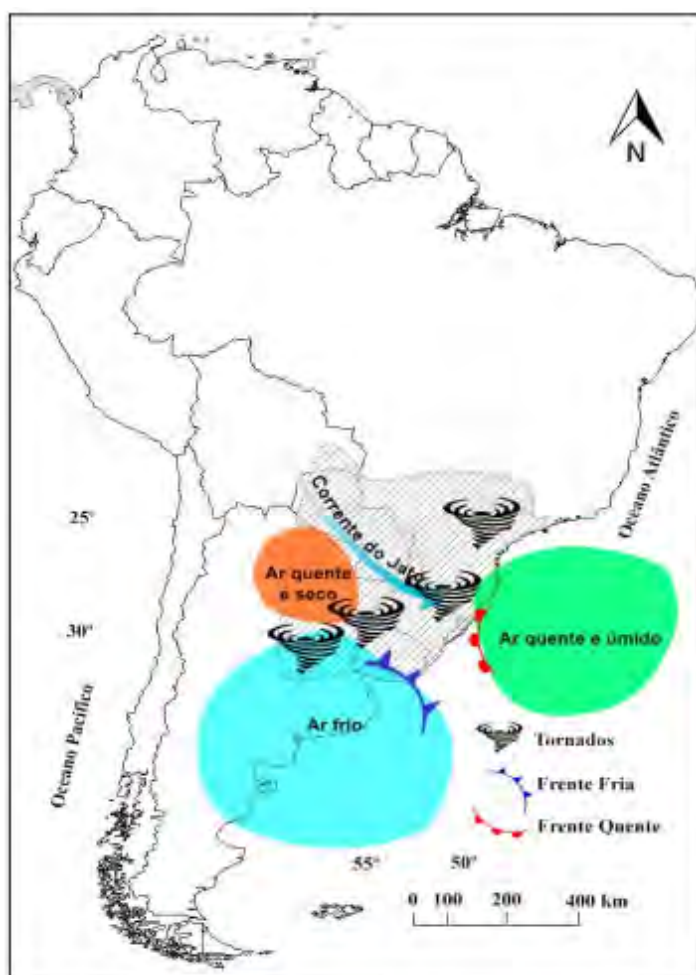
#### 5.2.1.4

##### Acontecimientos Extremos y Desastres Naturales

Según el Plan Nacional de Implementación del Marco Sendai (SEN, 2018), el territorio de Paraguay se encuentra en la Zona de Tornados Sudamericana, como indica la **Figura 5.2.1.4.a**. Es una región donde se desarrollan importantes fenómenos convectivos que generan tormentas severas y tornados siendo, aun así, una de las zonas donde más se ocurren descargas atmosféricas en el mundo.

**Figura 5.2.1.4.a**

##### Corredor de Tornados de Sudamérica



Fuente: lensse (2018).

En Paraguay, la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) es el organismo responsable de la gestión y reducción del riesgo, y entre los acontecimientos extremos analizados y monitoreados por el gobierno se mencionan: Déficit hídrico; Heladas; Incendios Forestales; Tormentas Severas e

Inundaciones que pueden ocurrir por exceso de precipitaciones, desbordamiento del cauce del río o en combinación. Los acontecimientos más recientes y significativos se refieren a las inundaciones ribereñas y urbanas y las sequías. Entre 1980 y 2015, Paraguay registró más de 1600 acontecimientos climáticos extremos, fenómenos naturales recurrentes que afectaron a más de 1,1 millones de personas generando impactos socioeconómicos y ambientales.

Los acontecimientos de inundación se encuentran entre los mayores flagelos para la población paraguaya, tanto indígenas como no indígenas, afectando a la población de manera recurrente a lo largo de los años y su causa principal es natural. Considerando la ubicación geográfica del Paraguay, plenamente insertado en la Cuenca del Río de la Plata, se ha establecido su relación intrínseca con los principales ríos de la cuenca: Paraguay y Paraná. El río Paraguay presenta una variación entre su temporada de avenida y temporada de sequía bastante lenta a lo largo de toda el trazado y sólo registra una temporada de avenida e de sequía por año, siendo la temporada de avenida, entre los meses de junio y julio, y la temporada de sequía entre los meses de diciembre y febrero. Es de destacar que la temporada de avenida es mucho mayor que el promedio cuando ocurre el fenómeno El Niño. La temporada normal de lluvias en la región oriental, donde se ubica el proyecto propuesto y es más susceptible a acontecimientos extremos, ocurre entre octubre y mayo, con máximos registrados entre octubre y noviembre. Entre los acontecimientos de inundación, los urbanos, que ocurren repentinamente debido a las lluvias intensas y de corta duración, son los más relevantes debido a las pérdidas y daños causados por la concentración de la población.

La causa principal de los incendios forestales es antropogénica, ya sea accidental, intencionada o por negligencia, mientras que los incendios forestales que se inician por causas naturales tienen las descargas atmosféricas como su principal causante. Dado que la región es una de las más afectadas por las descargas atmosféricas en el mundo, los incendios naturales se presentan como un problema importante.

Las tormentas o tempestades severas son formadas por el desarrollo vertical de nubes del tipo *cumulonimbus* cuando llegan los frentes fríos. Son una amenaza climática permanente y un riesgo constante para la población paraguaya, así como para toda la infraestructura del país, como las líneas de transmisión. Las tormentas ocurren con mayor frecuencia en dos períodos del año, en septiembre, octubre y parte de noviembre, así como en marzo, abril y parte de mayo. Los fenómenos meteorológicos más recurrentes fomentados por las tormentas severas son las lluvias intensas que pueden generar inundaciones repentinas, especialmente en zonas urbanas y ribereñas; granizadas; tormentas eléctricas; tornados y ráfagas de fuertes vientos, especialmente las ráfagas descendentes cuyos vientos pueden superar la velocidad de 200 Km/h.

La **Tabla 5.2.1.4.a** presenta una historia de los acontecimientos climáticos extremos más impactantes desde 1926.

**Tabla 5.2.1.4.a**  
**Cronología de Acontecimientos Extremos**

Año de Ocurrencia	Tipo	Impactos	Notas
1926	Tornado	Más de 300 muertos y 500 heridos en	Vientos de 267 a 322 Km

**Tabla 5.2.1.4.a**  
**Cronología de Acontecimientos Extremos**

Año de Ocurrencia	Tipo	Impactos	Notas
		Itapúa	/ h.
1982-1983	Inundaciones	Más de 60,000 personas afectadas. Máximos históricos de los ríos Paraguay y Paraná.	9,01 m de altura en Asunción
1992	Inundación	Más de 70,000 personas afectadas.	El río Paraguay alcanza los 8.55 m en Asunción.
1997-1998	Inundación	Más de 80,000 personas afectadas.	El río Paraguay alcanza los 7,19 m en Asunción.
1998	Tormenta Severa	Tres muertos; edificios dañados; servicios básicos afectados.	Vientos de 114 Km / h.
1999	Sequía	Afectación de San Pedro y Concepción	La SEN ha entregado alimentos a 20.000 familias durante cuatro meses.
2007	Incendios Forestales	Alrededor de 5.000 brotes de incendios; contaminación ambiental.	San Pedro, Concepción y Canindeyú.
2008	Tormenta Severa	Dos muertos y varios heridos.	Caída de barreras, líneas de transmisión y árboles.
2008-2009	Sequía	El PIB descendió un 4,2% en el primer trimestre de 2009.	Alrededor de 40,000 familias necesitaban asistencia del gobierno.
2012	Sequía	Más de 47,000 familias necesitaban asistencia del gobierno.	Guairá; Caaguazú Caazapá Itapúa Misiones; Paraguaná; Canindeyú Presidente Hayes y Boquerón.
2012	Tormenta Severa	Cuatro muertos; una persona con muerte cerebral; Más de 80 heridos y 1.200 familias afectadas.	Mariano Roque Alonso y Loma Pytã.
2013	Sequía	Alta tasa de mortalidad del ganado; más de 8,000 familias afectadas; Más de 15,000 familias indígenas afectadas	Chaco; R. oriental
2014	Incendios Forestales	10 días de llamas en la Reserva Nacional Ypacaraí. 4.500 ha destruidas;	Daño al ecosistema.
2014	Tornado	Destrucción de cultivos y daños estructurales.	Vientos de 116 a 179 Km / h en Santa Rita.
2014 - 2016	Inundaciones	45.000 familias afectadas en Concepción, San Pedro, Misiones, Central, Néembucú, Presidente Hayes y Asunción.	El río Paraguay alcanza 7,88 m en la capital.
2015	Tornado	Dos muertos y algunos heridos. Daño estructural y cultivos destruidos, caída de árboles y mortalidad animal.	Horqueta y Loreto
2016	Incendios Forestales	50 ha afectados y daños ambientales menores.	Reserva Ybyturu.
2017	Incendios	2.000 ha afectados y alrededor de 10	Parque Nacional Cerro

**Tabla 5.2.1.4.a**  
**Cronología de Acontecimientos Extremos**

Año de Ocurrencia	Tipo	Impactos	Notas
	Forestales	residencias.	Corá.
2017	Tornado	Dos personas muertas y varias heridas. Más de 15 casas destruidas.	San Javier e Ibañez Rojas
2017	Tormenta Severa	40 familias afectadas y 26 personas heridas.	Vientos de más de 200 km / h en Neuland.
2017	Tormenta Severa	15 divisiones afectadas; personas lesionadas; estructuras dañadas y caída de árboles.	Vientos de más de 100 km/h en el R. oriental y Hayes.
2017	Tormenta Severa	Residencias desplazadas y cortes de electricidad.	Vientos de más de 100 km / h en Alto Paraná.

Fuente: Atlas de Riesgos de Desastres en la República del Paraguay, 2018.

El Plan Nacional de Implementación del Marco Sendai (SEN, 2018) incluye el mapeo de los riesgos y amenazas a los que están sometidas las zonas de la República del Paraguay. De esta manera, fue posible evaluar las Divisiones interceptadas por el trazado propuesto para el proyecto, Alto Paraná; Caaguazú; Guairá; y Cordillera. A partir de entonces, se verificaron las clases de amenazas y riesgos para cada Distrito interceptado.

Según la fuente mencionada, por "amenaza" se entiende la probabilidad de que un acontecimiento natural o antrópico se materialice y ocurra en un determinado tiempo y lugar. Es un factor físico externo y su ocurrencia es potencialmente peligrosa. Por "riesgo" se entiende la magnitud estimada de las pérdidas (vidas, bienes, medio ambiente o actividades económicas) además de los bienes y servicios afectados en un lugar determinado durante un tiempo determinado, para una amenaza específica.

La información sobre los riesgos y amenazas a los que están sujetos los Distritos interceptados está presente en el las **Tablas 5.2.1.4.b y 5.2.1.4.c**.



Tabla 5.2.1.4.b

## Amenaza a los Acontecimientos Extremos por parte del Distrito

Depto.	Distrito	Déficit Hídrico	Inundación (precipitación excesiva)	Inundación (desbordamiento)	Inundación (conjunta)	Heladas	Incendios Forestales	Tormenta Severa
Alto Paraná	Yguazú	Promedio	Baja	Promedio	Promedio	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
	Juan León Mallorquín	Alta	Promedio	Alta	Promedio	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
	Juan E. O'Leary	Alta	Baja	Promedio	Promedio	Muy Alta	Alta	Muy Alta
Caaguazú	José D. Ocampos	Alta	Promedio	Promedio	Promedio	Muy Alta	Alta	Muy Alta
	Eulogio Estigarribia	Baja	Baja	Promedio	Baja	Muy Alta	Alta	Muy Alta
	Repatriación	Alta	Baja	Promedio	Baja	Muy Alta	Alta	Muy Alta
	Coronel Oviedo	Baja	Promedio	Sin Amenaza	Baja	Promedio	Alta	Alta
	San Jose de los Arroyos	Promedio	Promedio	Promedio	Baja	Alta	Alta	Alta
Guairá	Paso Yobai	Alta	Baja	Promedio	Baja	Muy Alta	Alta	Alta
	Mauricio J. Troxe	Baja	n/a	Sin Amenaza	Baja	Muy Alta	Alta	Alta
	Colonia Independencia	Baja	Baja	Sin Amenaza	Baja	Muy Alta	Alta	Alta
	Natalicio Talavera	Baja	Promedio	Sin Amenaza	Baja	Muy Alta	Alta	Alta
	Mbocayaty	Baja	Promedio	Sin Amenaza	Baja	Muy Alta	Alta	Alta
	Yataity	Baja	Promedio	Sin Amenaza	Baja	Alta	Promedio	Alta
	Felix Perez Cardoso	Promedio	Promedio	Sin Amenaza	Baja	Alta	Alta	Alta
Cordillera	Valenzuela	Promedio	Promedio	Sin Amenaza	Baja	Muy Alta	Alta	Alta

Fuente: Atlas de Riesgo de Desastres de la Republica de Paraguay. (SEN, 2018).

Tabla 5.2.1.4.c

## Riesgo de Acontecimientos Extremos por Distrito

Depto.	Distrito	Déficit Hídrico	Inundación (precipitación excesiva)	Inundación (desbordamiento)	Inundación (conjunta)	Heladas	Incendios Forestales	Tormenta Severa
Alto Paraná	Yguazú	Alto	Bajo	Promedio	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Juan León Mallorquín	Alto	Alto	Muy alto	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Juan E. O'Leary	Muy alto	Bajo	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Caaguazú	José D. Ocampos	Muy alto	Alto	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Eulogio Estigarribia	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Promedio	Alto
	Repatriación	Alto	Bajo	Promedio	Promedio	Alto	Alto	Muy alto
	Coronel Oviedo	Bajo	Bajo	n/a	Bajo	Bajo	Bajo	Promedio
	San Jose de los Arroyos	Promedio	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Promedio	Alto
Guairá	Paso Yobai	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto
	Mauricio J. Troxe	Bajo	Bajo	n/a	Promedio	Muy alto	Muy alto	Alto
	Colonia Independencia	Bajo	Bajo	n/a	Bajo	Alto	Bajo	Promedio
	Natalicio Talavera	Promedio	Alto	n/a	Promedio	Muy alto	Muy alto	Alto
	Mbocayaty	Bajo	Alto	n/a	Promedio	Muy alto	Promedio	Alto
	Yataity	Promedio	Alto	n/a	Promedio	Muy alto	Promedio	Alto
	Felix Perez Cardoso	Alto	Alto	n/a	Promedio	Muy alto	Muy alto	Alto
Cordillera	Valenzuela	Alto	Alto	n/a	Promedio	Muy alto	Muy alto	Alto

Fuente: Atlas de Riesgo de Desastres de la Republica de Paraguay (SEN, 2018).

Teniendo en cuenta que la fuente evaluada proporciona análisis de riesgo y amenaza para los acontecimientos extremos de una manera específica, se asigna un valor de 0 a 4, como se presenta a continuación, para cada nivel de amenaza/riesgo con el fin de preparar un índice global de susceptibilidad para cada Distrito, es decir, su susceptibilidad al conjunto de acontecimientos extremos.

- Sin amenaza o n/a - 0
- Baja - 1
- Promedio - 2
- Alta - 3
- Muy Alta - 4

La suma de los valores se enmarcó en cinco clases de susceptibilidad global, como se describe a continuación, y permitió la preparación de la **Tabla 5.2.1.4.d** en el índice de susceptibilidad global a acontecimientos extremos para cada Distrito interceptado por el trazado propuesto.

- 0 - Sin amenaza
- 1 a 7 - Baja
- 8 a 14 - Promedio
- 15 a 21 - Alta
- 22 a 28 - Muy Alta

**Tabla 5.2.1.4.d**  
**Susceptibilidad Global a los Acontecimientos Extremos por Distrito**

Depto.	Distrito	Susceptibilidad Global (Riesgo)	Susceptibilidad Global (Amenaza)
Alto Paraná	Yguazú	Alto	Alto
	Juan León Mallorquín	Muy alto	Muy alto
	Juan E. O'Leary	Muy alto	Alto
Caaguazú	José D. Ocampos	Muy alto	Alto
	Eulogio Estigarribia	Promedio	Alto
	Repatriación	Alto	Alto
	Coronel Oviedo	Bajo	Promedio
	San Jose de los Arroyos	Promedio	Alto
Guairá	Paso Yobai	Alto	Alto
	Mauricio J. Troxe	Alto	Promedio
	Colonia Independencia	Promedio	Promedio
	Natalicio Talavera	Alto	Promedio
	Mbocayaty	Alto	Promedio
	Yataity	Alto	Promedio
	Felix Perez Cardoso	Alto	Promedio
Cordillera	Valenzuela	Alto	Alto

Fuente: JGP, 2019.

El análisis de las tablas presentadas demuestra que entre los acontecimientos climáticos extremos analizados y monitoreados por la Secretaría de Emergencia Nacional de Paraguay, los que representan los mayores riesgos para el proyecto propuesto son las heladas, los incendios forestales y, especialmente, las tormentas severas, recordando que éstas incluyen varios fenómenos meteorológicos.

Aunque los acontecimientos extremos relacionados con las inundaciones, ya sea por desbordamiento, precipitación excesiva o combinados, se presentan como riesgos menores, éstos deben ser tomados en cuenta especialmente durante las etapas de construcción que requieren cruces de cuerpos hídricos, teniendo en cuenta los períodos de mayor caudal conocidos para la región.

### 5.2.2

#### Recursos Hídricos Superficiales

##### *Consideraciones generales*

Para la caracterización de los recursos hídricos superficiales del Área de Influencia Indirecta (AII) definida para el Medio Físico, se realizaron consultas a los principales documentos oficiales relacionados con la región, incluidos los estudios DMH - DINAC - UNESCO (1992), los datos disponibles en el Proyecto PMSAS 77 / 10 (SEAM, 2016), la Resolución 376/12 (SEAM / Presidencia de la República - Paraguay), la Ley 1561/00 (Secretaría del Medio Ambiente) y el Cuaderno de la Región Hidrográfica de Paraná (BRASIL, 2006).

Los análisis complementaron los resultados de las interpretaciones de imágenes satelitales, del Modelo Digital de Elevación del Terreno (SRTM / NASA) y los estudios de campo realizados en agosto de 2019.

La base cartográfica utilizada estaba compuesta por los archivos en extensión *shapefile* puestos a disposición por la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos.

##### *Gestión de Recursos Hídricos*

Según la información en el sitio web del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, la gestión de los recursos hídricos en Paraguay está siendo administrada por la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos, que tiene la función, según el Art. 25 de la Ley 1561/00, de formular, coordinar y evaluar políticas para el mantenimiento y la conservación de los recursos hídricos y sus cuencas, asegurando el proceso de renovación, el mantenimiento de los caudales básicos de las corrientes de agua, la capacidad de recargar de los acuíferos el cuidado de los diferentes usos y aprovechamiento de los recursos hídricos; preservando el equilibrio económico.

Por la Ley 3239/07, de Recursos Hídricos del Paraguay, le corresponde regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas y los territorios que la producen, cualquiera sea su

ubicación, estado físico o su ocurrencia natural dentro del territorio paraguayo, con el fin de hacerla social, económica y ambientalmente sustentable para las personas que habitan el territorio de la República del Paraguay.

#### 5.2.2.1

##### División Hidrográfica

El All está ubicada en la cuenca del río de la Plata, que drena parte del territorio de Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay. En total, esta cuenca drena un área de aproximadamente 3,1 millones de km<sup>2</sup>. Sus principales contribuyentes son el río Paraná, con un caudal promedio de 17.100 m<sup>3</sup>/s (en Corrientes), el río Uruguay, con 4.500 m<sup>3</sup>/s (en la desembocadura) y el río Paraguay, con 3.800 m<sup>3</sup>/s (en Puerto Pilcomayo). El caudal promedio en el río de la Plata es de alrededor de 25,000 m<sup>3</sup>/s, según datos del Comité Intergubernamental de los Países de la Cuenca del Plata (CIPBP, 2011).

La población de la cuenca del Plata supera los 100 millones, con más de 50 ciudades con más de 100,000 habitantes, incluidas las capitales Brasilia, Buenos Aires, Asunción, Sucre y São Paulo, la ciudad más grande de América Latina.

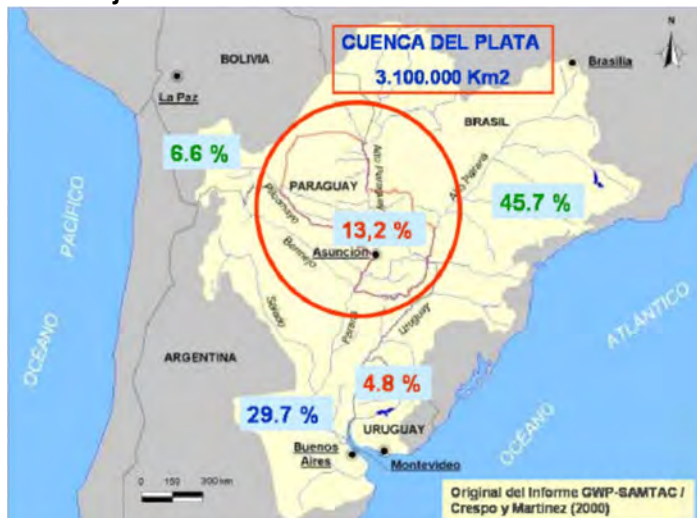
En cuanto a los aspectos de navegación, destacase las vías fluviales Paraguay-Paraná, Tietê-Paraná (alto Paraná), Paraná y Uruguay, todas ellas confluentes con el puerto de Buenos Aires.

El importante potencial hidroeléctrico de la cuenca, estimado en 92,000 MW, ha permitido la construcción de más de 150 centrales hidroeléctricas, de las cuales 72 tienen una capacidad instalada de más de 10 MW. Tres son binacionales: Itaipú - Brasil y Paraguay (12,600 MW) y Yacyretá - Argentina y Paraguay (3,100 MW), sobre el río Paraná, y Salto Grande - Argentina y Uruguay (1,890 MW), sobre el río Uruguay (CIPBP, 2011).

La **Figura 5.2.2.1.a** muestra los porcentajes de contribución hídrica por país, especialmente los de Paraguay, que representan el 13.2% del total de la cuenca.

Figura 5.2.2.1.a

Porcentajes de contribución hídrica de la cuenca del Río de la Plata

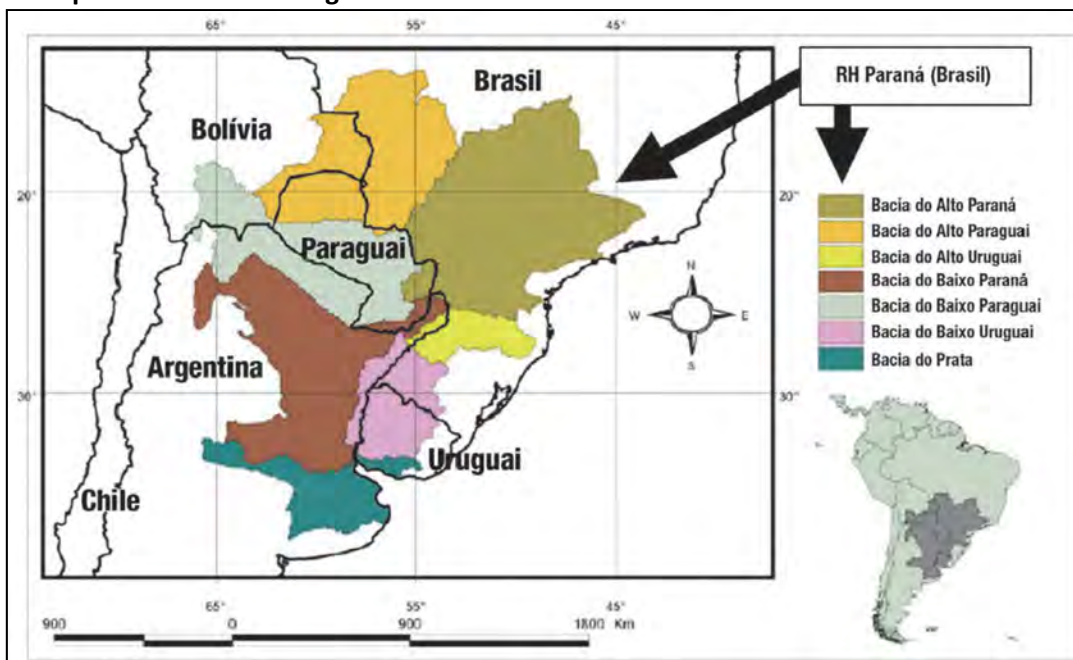


Fuente: DMH – DINAC – UNESCO (1992).

La división hidrográfica de la cuenca del Río de la Plata se presenta en la **Figura 5.2.2.1.b**. De las siete subcuencas contribuyentes, cuatro de ellas drenan áreas del territorio paraguayo.

Figura 5.2.2.1.b

Principales unidades hidrográficas del río de la Plata



Fuente: ANA, 2006.

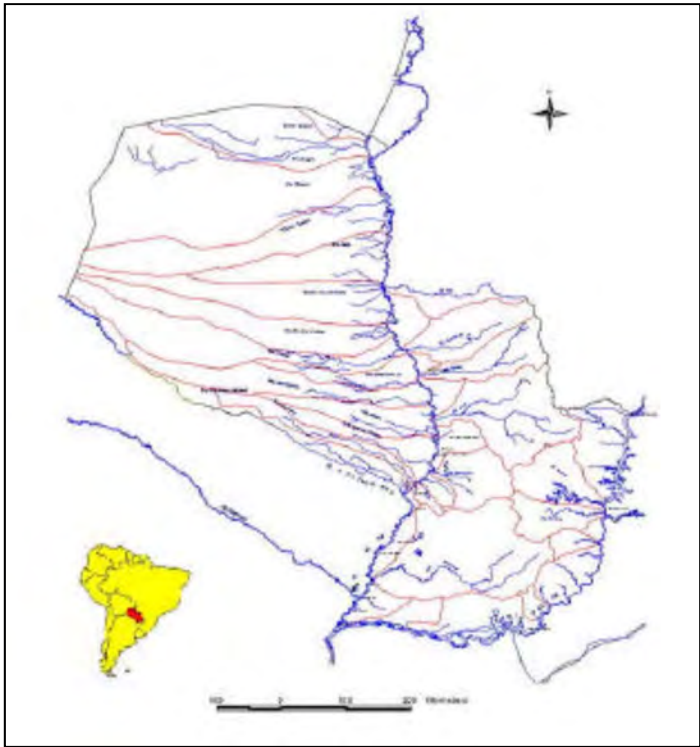
Como se puede observar, en el territorio paraguayo se ubican las subunidades Alto Paraguay, Alto Paraná, Bajo Paraná y Bajo Paraguay. El área de estudio cruza las unidades de la Cuenca del Bajo Paraguay y de la Cuenca del Alto Paraná. Estas mismas subunidades se pueden ver en la **Figura 5.2.2.1.c**, desarrollada a partir de las características principales de la red de drenaje ubicada dentro de los límites del país (ver **Figura 5.2.2.1.d**).

**Figura 5.2.2.1.c**  
**Grandes regiones hidrográficas de Paraguay**



Fuente: DMH-DINAC-UNESCO, 1992.

**Figura 5.2.2.1.d**  
**Sistema hídrico de Paraguay**



Fuente: DMH – DINAC – UNESCO (1992).

La Resolución N° 376/12 aprueba las Unidades Hidrográficas de Paraguay. De acuerdo con esta Resolución, la red de drenaje del país se subdivide en 20 subunidades, como se muestra en la **Tabla 5.2.2.1.a**.

**Tabla 5.2.2.1.a**  
**División hidrográfica conforme Resolución N° 376/12**

Región	Nombre	Área (km²)
Oriental	Apa y Tagatiya	8,12
	Aquidaban	12,51
	Área de Influencia Intermedia de Yacyreta y Itaipu	11,52
	Área de Influencia Intermedia de Yacyreta y Itaipu	20,16
	Área de Influencia Intermedia de Yacyreta y Itaipu	14,14
	Caañabe	1,97
	Jejuí Guazu	20,33
	Laguna Vera	3,36
	Maduvirá	5,28
	Ñeembucu	3,98
	Piribebuy	1,63
	Tebicuary Cuenca Alta	9,56
	Tebicuary Cuenca Baja	15,10



**Tabla 5.2.2.1.a**  
**División hidrográfica conforme Resolución N° 376/12**

Región	Nombre	Área (km²)
	Tebicuary Cuenca Media	10,53
	Yhagui	4,26
	Ypacaray y Patiño	1,61
	Ypané	12,32
Occidental	Rio Pilcomayo	86,69
	Rio Yacaré	85,76
	Rio Timane	68,13

La **Figura 5.2.2.1.e** muestra que el área de influencia de la LT intercepta principalmente la Subunidad Tebicuary Cuenca Media y la Subunidad Área de Influencia Intermedia de Yacyretá e Itaipú. Se intercepta una pequeña extensión de la Subunidad Yhagui en la región donde se espera implementar la Subestación Valenzuela.

**Figura 5.2.2.1.e**  
**Ubicación del área de influencia de la LT en relación con la división hidrográfica del Paraguay**



Fuente: Resolución 376/12.

La Sub-Unidad Tebicuary Cuenca Media está en el área drenada por el río homónimo, mientras que el Área de Influencia Intermedia de Yacyretá e Itaipú es drenada principalmente por el río Monday. En la otra subunidad interceptada, Ihagui, el colector principal es el río del mismo nombre. Debido a que el trazo de la LT no intercepta ningún canal de la subunidad Ihagui, no se describirá la misma dentro del alcance de este estudio.

A continuación se describen las principales cuencas hidrográficas interceptadas.

### 5.2.2.2

#### Principales Características de las Cuencas Interceptadas

##### *Cuenca hidrográfica del río Tebicuary*

El río Tebicuary es un afluente de la margen izquierda del río Paraguay. Sus nacientes se encuentran a aproximadamente 420 metros de altitud en el Departamento de Caazapá. Desde allí sigue aproximadamente 500 km hasta su desembocadura en el río Paraguay, a unos 40 km aguas arriba del puerto de Pilar. Su gradiente promedio es del orden de 0,73 m/km.

Este río es el principal colector hidrográfico de la región oriental del Paraguay, con una superficie drenada de 27.324 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 6,5% del territorio del país y al 16,5% del territorio de la región Oriental.

El área de la cuenca se superpone con la totalidad o parte de los Departamentos de Paraguari, Itapúa, Caaguazú, Guairá, Caazapá, Ñeenbucu, Misiones y Cordillera. La población estimada por DGEEC (2002) es de poco más de 140,000 habitantes.

La cuenca exhibe litologías de la Provincia de Paraná, destacándose las rocas sedimentarias de la Formación Misiones, Formación Coronel Olviedo, Caacupé y Grupo Independencia, así como suites intrusivas y rocas cristalinas del basamento. En el curso bajo, el colector ingresa al área de bajadas donde predomina la presencia de sedimentos cuaternarios de origen coluvial-eluvial. A pesar de la diferencia litológica, el relieve en la cuenca está marcado por la baja amplitud regional, siendo las colinas anchas y medianas el conjunto de formas más apreciado. Los resaltos topográficos más inclinados están restringidos a la porción noroeste de la cuenca, dada la resistencia de las rocas básicas efusivas.

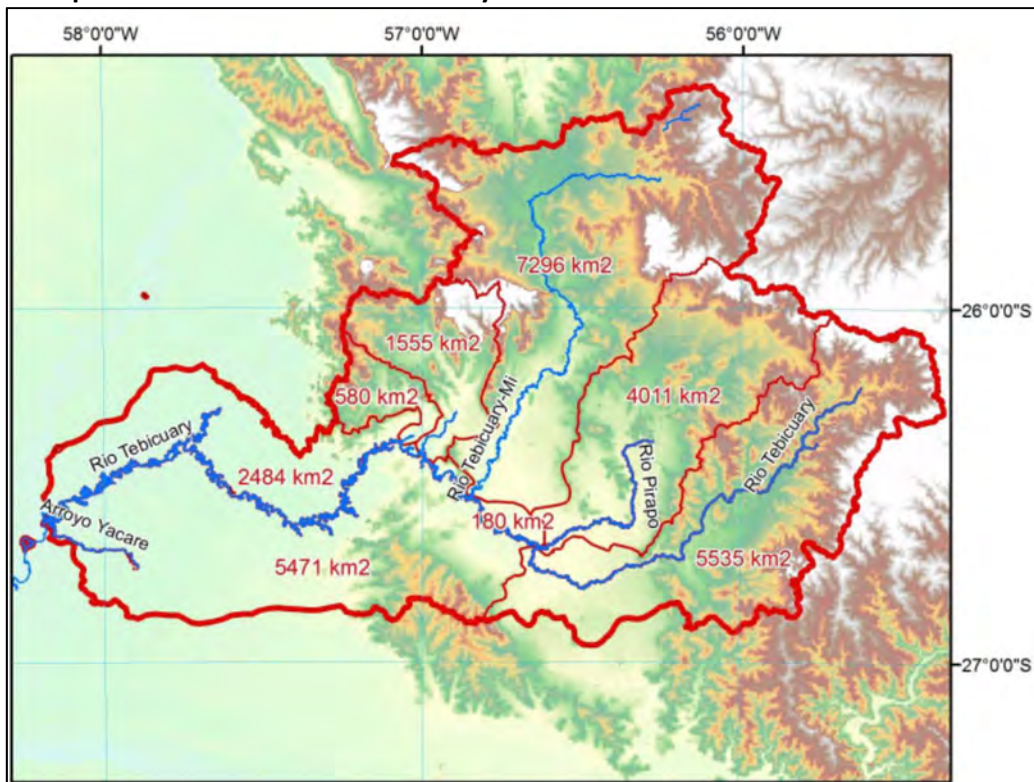
Los afluentes más importantes en su margen derecha son el Río Tebicuary-mi, Río Pirapó, Río Negro, Arroyo Cabacué y Arroyo Mbuyapey; mientras que en su margen izquierda está alimentado por el Arroyo Aguaray, Arroyo San Roque, Arroyo Gueyracay, Arroyo Tajy, entre otros (MONGELÓS, 2016).

Las principales subcuencas del río Tebicuary se presentan en la **Figura 5.2.2.2.a**.

Es importante destacar que el área interceptada por la LT se encuentra en la subcuenca del río Tebicuary-mi, que es su principal contribuyente en la margen derecha.

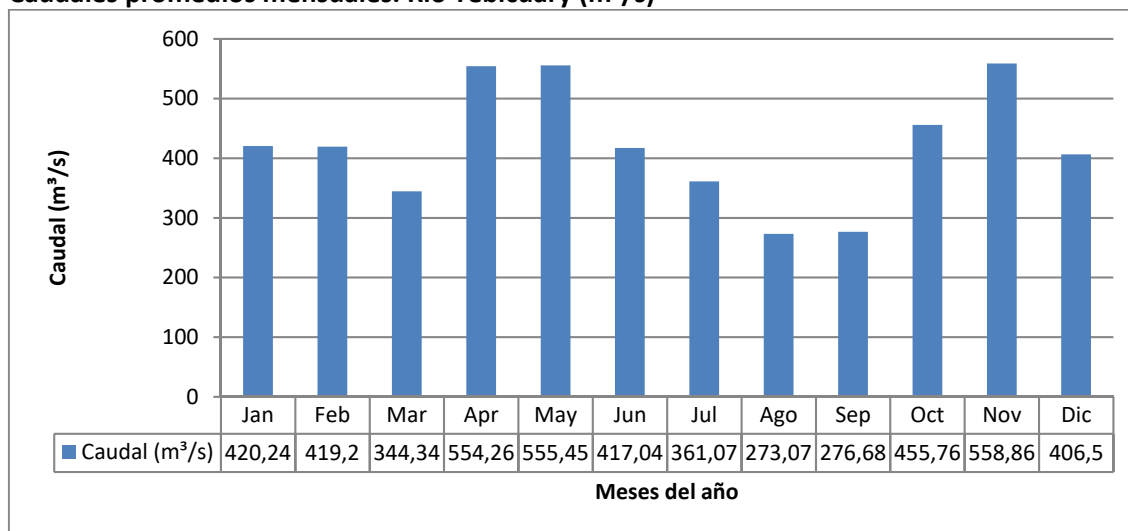
En cuanto al régimen hídrico, cabe destacar que, a diferencia del típico régimen tropical, con la ocurrencia de una temporada de avenidas y una de sequía, la región de la cuenca del río Itacuruby tiene dos máximos anuales. El máximo principal ocurre a fines de la primavera, que coincide con el aumento de las lluvias frontales e inicio de las lluvias de verano. El máximo secundario ocurre a fines del verano, cuando, incluso bajo la abundancia de precipitación, la pérdida por evaporación evita la ocurrencia de las máximas anuales. La **Figura 5.2.2.2.b** muestra la distribución de los caudales promedios mensuales en el río Tebicuary.

**Figura 5.2.2.2.a**  
**Principales subcuencas del río Tebicuary**



Fuente: Adaptado de Mongelós (2016).

**Figura 5.2.2.2.b**  
**Caudales promedios mensuales. Río Tebicuary (m³/s)**



Fuente: DMH-DINAC-UNESCO (1992).

### ***Cuenca hidrográfica del río Monday***

El río Monday drena la parte oriental del trazo de la LT y aporta directamente al río Paraná en la localidad de Porto Franco, donde se encuentra el famoso salto del río Monday. El canal principal tiene aproximadamente 150 km de longitud y drena un área de aproximadamente 6,700 km<sup>2</sup>.

En esta área se encuentran los Departamentos de Alto Paraná, Caaguazú, Caazapá y Guairá, donde hay diecinueve municipios.

En el curso alto, los principales formadores del río Monday son el río Guyraungua, que recibe las aguas de los arroyos Cambay, Mboi Cae y Guazu, y el río Capiibary, formado por los arroyos Yjhovy, Mangrullo, Palmeta y Zanja Pyta. En el curso medio y bajo, el río Monday recibe las aguas de los ríos Ipety, Guembety Guazu, Acapyta y Don Federico por la margen izquierda; y de los arroyos Ybu, Loma Piroy, Venezia Guazu, Pykypo, Cai y Santa Maria por la margen derecha.

En el curso alto de la cuenca, el predominio de las areniscas de la Formación Misiones imprime el patrón paralelo al sistema de drenaje. Desde la confluencia con el río Ipety, cuando el colector principal ingresa a las áreas de afloramiento de las rocas básicas de la Formación Alto Paraná, el patrón de drenaje tiende a dendrítico-paralelo.

Similar a la cuenca del río Tebicuary, la compartimentación geomorfológica regional refleja bajas amplitudes regionales, la presencia de valles abiertos con perfiles deposicionales en detrimento de secciones de carácter erosivo y amplias planicies de acumulación sujetas a inundaciones estacionales.

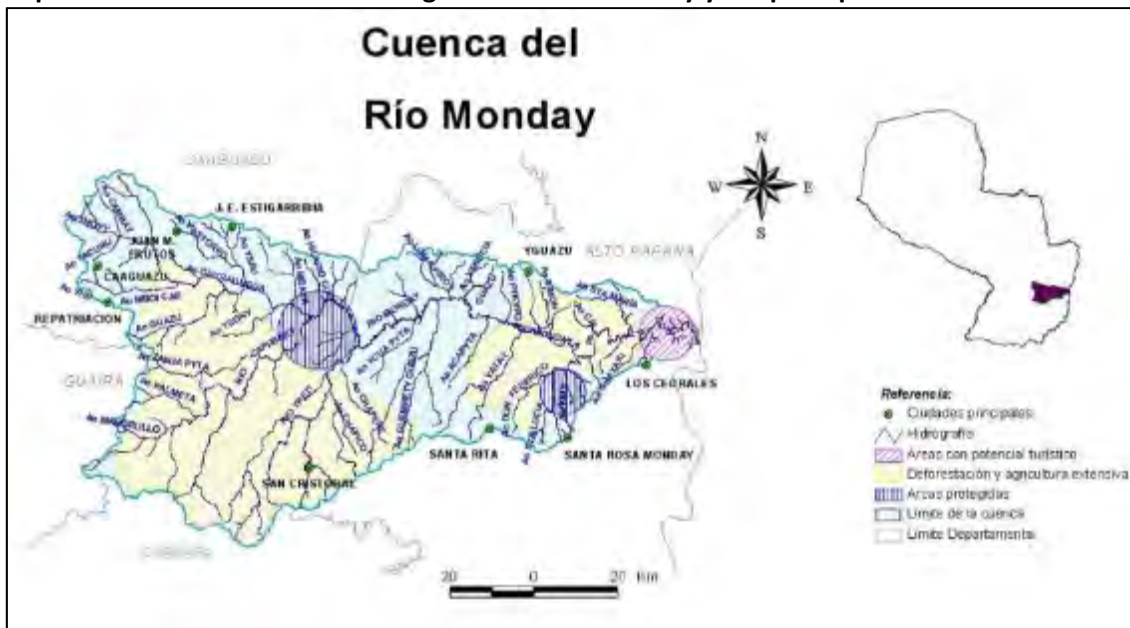
La **Figura 5.2.2.2.c** muestra un bosquejo esquemático de la cuenca del río Monday y sus principales afluentes.

El régimen hídrico del río Monday es similar al expuesto para el río Tebicuary, con la presencia de dos máximos anuales: uno a fines de la primavera y otro a fines del verano austral. Mayo y noviembre son los meses de mayor descarga, cuando los caudales promedian alrededor de 173 y 167 m<sup>3</sup>/s.

El período de sequía es poco pronunciado, ocurriendo en septiembre y febrero. Aunque hay una disminución en los caudales durante estos meses, se verifica que la buena distribución de las precipitaciones durante todo el año implica bajas amplitudes en los valores promedios de flujo mensual. La distribución del flujo para el río Monday se muestra en la **Figura 5.2.2.2.d**, a continuación.

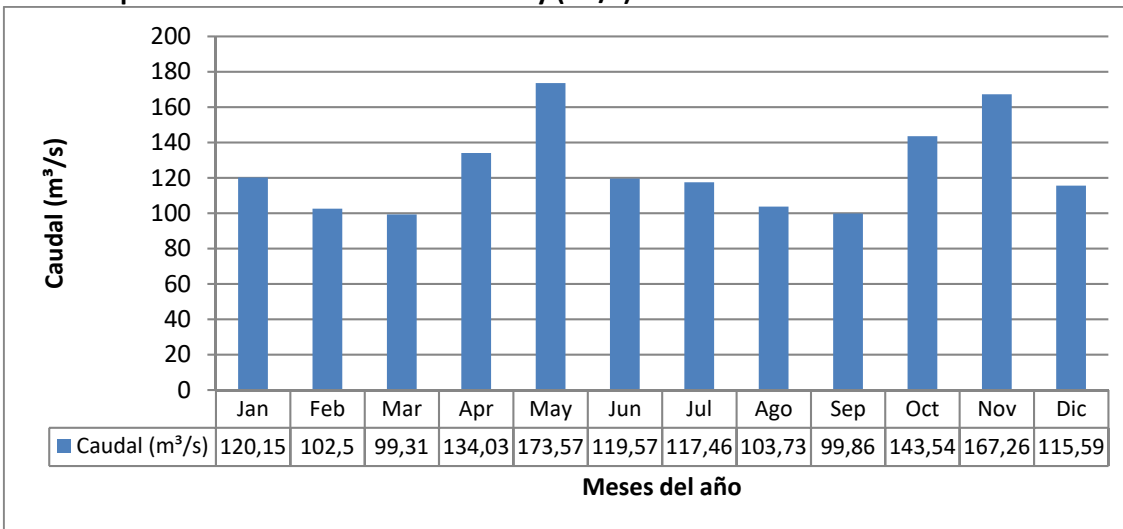
Figura 5.2.2.2.c

Representación de la cuenca hidrográfica del río Monday y sus principales afluentes



Fuente: Adaptado de Alcaraz (2012).

Figura 5.2.2.2.d

Caudales promedios mensuales. Río Monday ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Fuente: DMH-DINAC-UNESCO (1992).

### 5.2.2.3

#### Principales Canales Interceptados

Considerando el tamaño de los colectores interceptados, especialmente con respecto al ancho de los canales, y los datos cartográficos disponibles, se identificaron los canales principales interceptados por la LT.

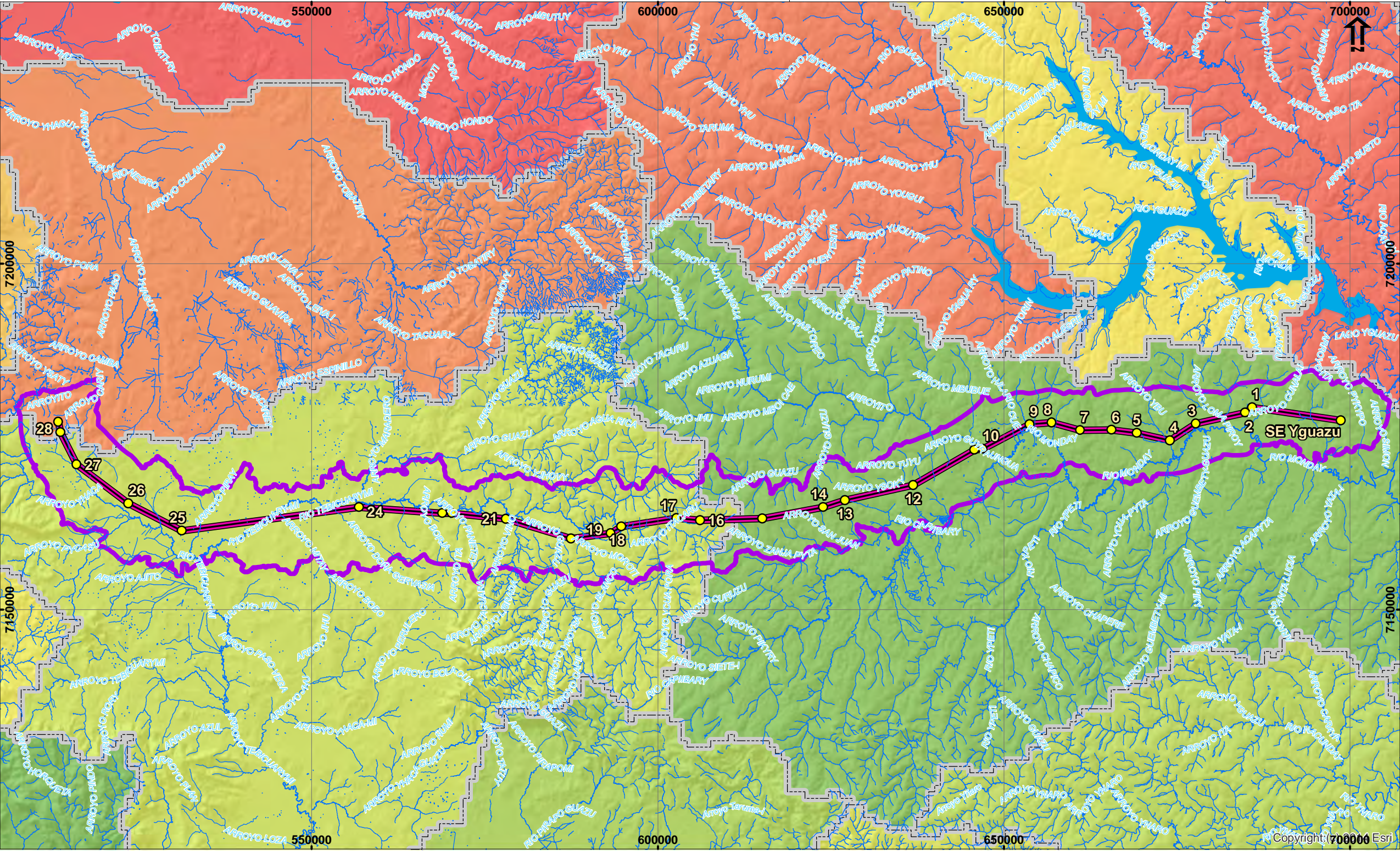
La identificación de estos canales se presenta en la **Tabla 5.2.2.3.a**. La ubicación de las microcuencas hidrográficas interceptadas se muestra en el **Mapa 5.2.2.3.a - Mapa Hidrográfico**.

**Tabla 5.2.2.3.a**

#### Principales cruces de canales identificados

Región Hidrográfica	Sub-Unidad Hidrográfica	Cuenca Hidrográfica	Sub-cuenca Hidrográfica	Nombre del colector
Río Paraguay	Tebicuary Cuenca Media	Tebicuary	Tebicuary-mi	SE Valenzuela
				Arroyo Barrero Paso
				Arroyo Aguaray
				Arroyo Piray
				Río Tebicuary-mi
				Arroyo Mitay
				Arroyo Guaigui
				Afluente s/n río Tebicuary-mi
				Arroyo Borja
				Arroyo Panetey
				Arroyo Paso Ita
				Arroyo Vino
				Arroyo Tacuara
				Afluente s/n río Tebicuary-mi
				Arroyo Guazu
				Río Tebicuary-mi
				Afluente s/n río Tebicuary-mi
				Arroyo Gasory
				Afluente s/n río Tebicuary-mi (6 afluentes)
				Arroyo Itacariu
Río Paraná	Área de Influencia Intermedia de Yacyreta e Itaipú	Monday	Yjhovy	Nu Jhovy
			Guyraungua	Tuyu
				Arroyo Guyraungua
				Arroyo Hilario Cue
				Afluente s/n Arroyo Guyraungua (2 afluentes)
				Arroyo Piratíy
			Monday	Arroyo Ybu
				Arroyo Loma Piroy
				Arroyo Venecia Guazu
				Afluente s/n río Monday



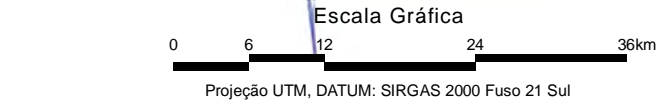


- Legenda**
- Vertices
  - Cursos de agua
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Área de Influencia Indirecta (AII) de los Medios Físico y Biótico
  - Cuencas hidrográficas

Responsable:

Resp: Renata Cristina Moretti nº CREA - 5060276362

JGP



Fuente: Base Opem Street Map / CartoDB · Datasets by Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos - SRTM -

Cliente:



Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.2.3.a

**Mapa Hidrográfico**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
NOV 2019	1:600.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø





### 5.2.3

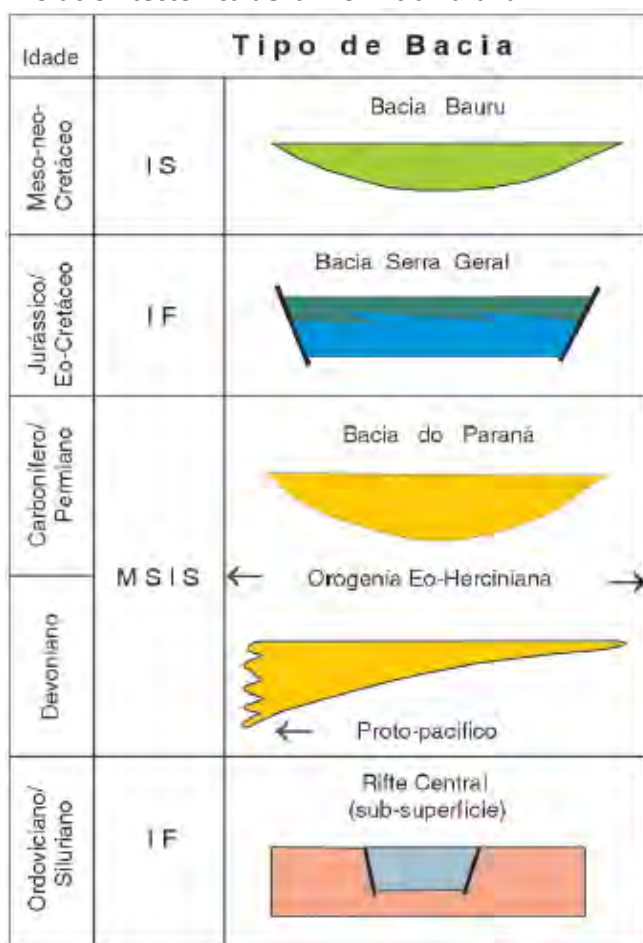
#### Geología

El All está ubicada en el borde occidental de la Cuenca Sedimentaria del Paraná (Provincia del Paraná). Esta cuenca comprende una gran área de sedimentación en el continente sudamericano, incluyendo áreas de Brasil, el noreste de Argentina, el norte de Uruguay y la región oriental de Paraguay.

La cuenca comprende tres zonas de sedimentación independientes, separadas por profundas discrepancias: La propia cuenca del Paraná, un área de sedimentación que originalmente abría al océano Panthalassa occidental (MILANI Y RAMOS, 1998); la Cuenca de la Serra Geral, conteniendo las areniscas eólicas de la Formación Botucatu y relacionados (Misiones) y los derrames basálticos de la Formación Serra Geral (Alto Paraná); y la Cuenca Bauru, una cuenca intracratónica, las dos primeras de las cuales ocurren en el área de estudio. La representación esquemática de la evolución de las cuencas se presenta en la **Figura 5.2.3.a**.

**Figura 5.2.3.a**

**Evolución tectónica de la Provincia Paraná**



Fuente: Kingstone *et al.* (1983).



El flanco occidental de la cuenca está definido por una característica estructural positiva orientada en la dirección norte-sur, resultante de la sobrecarga litosférica impuesta en el continente por el cinturón andino (MILANI, 2007). Encima de esta flexión se encuentran la región del Pantanal de Mato Grosso (en Brasil) y el Arco de Asunción, el principal rasgo tectónico del área de estudio.

En relación a sus aspectos genéticos y estratigráficos, y de acuerdo a la interpretación propuesta por Milani (2007), la cuenca presenta seis supersecuencias que reflejan los ciclos de deposición y subsidencia, a saber: Supersecuencia Río Ivaí, Supersecuencia Paraná, Supersecuencia Gondwana I, II y III, Supersecuencia Magmatismo Serra Geral y Supersecuencia Bauru, siendo esta última la asociada al cierre de sus ciclos de deposición.

Según el Mapa Geológico Paraguayo, en el área de estudio se encuentran las rocas asociadas a la Supersecuencia Río Ivaí, representadas por los Grupos Caacupé e Itacurubi, las rocas de la Supersecuencia Gondwana I, asociadas a la Formación Independencia, las rocas de la Supersecuencia Gondwana III, es decir, las rocas eólicas de la Formación Misión (correlacionadas con las areniscas de la Formación Botucatu) y las rocas magmáticas de la Formación del Alto Paraná, asociadas al Magmatismo de la Serra Geral.

La columna estratigráfica de las rocas que se encuentran en el área de estudio se presenta en la **Tabla 5.2.3.a**.

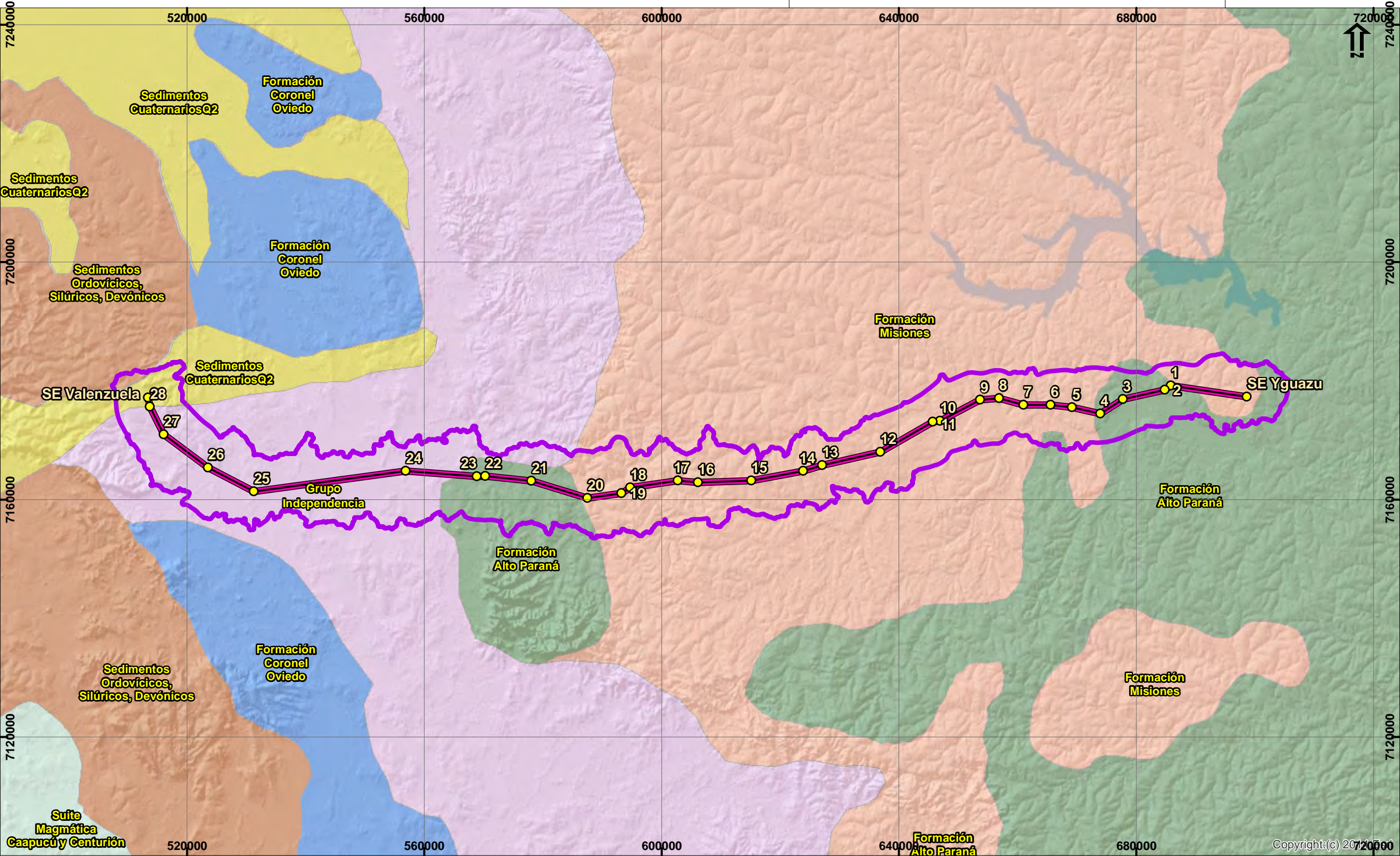
**Tabla 5.2.3.a**  
**Unidades estratigráficas que ocurren en el área de estudio**

EDADE	UNIDAD TECTÓNICA	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	
CENOZOICO	Sedimentos Recientes	Sedimentos Cuaternarios	Arena, arcilla, limo y lentes de grava.
MESOZOICO	Cuenca Serra Geral	Formación Alto Paraná	Basalto, andesita basáltica tholeítica, riolita, ritidacita de arenisca intertrapeal.
		Formación Misiones	Arenisca delgada a gruesa eólico con aplicaciones intercaladas de limo y clayita.
PALEOZOICO	Cuenca del Paraná	Grupo Independencia	Arenisca de color rojo púrpura con grano fino a medio y areniscas de color verde grisáceo.
		Grupo Caacupé	Conglomerados intercalados con areniscas arcoseanas y gruesas.

Fuente: Orué (1996); Geología del Paraguay (2019).

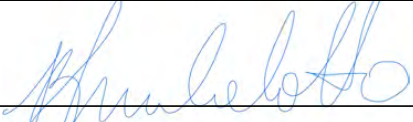
Las unidades identificadas se describen a continuación. En el **Mapa 5.2.3.a – Mapa de Geología** se presenta la respectiva distribución espacial.





- Legenda**
- Vertices
  - Área de Influencia Indirecta (AII) de los Medios Físico y Biótico
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela

Nombre	Descripcion
Formación Alto Paraná	Está constituida por una extensa área de derrame de basaltos, predominantemente toleíticos
Formación Coronel Oviedo	Oviedo está constituida por diamictitas, lutitas, areniscas y ritmitas del tipo Varvitas
Formación Misiones	Formación Misiones está caracterizada por areniscas rojas de edad Mesozoica. Se puede dividir a la Fm. Misiones en 2 facies 1.La facies basal, predominantemente fluvial, está constituida por areniscas esencialmente macizas, localmente con estratific
Grupo Independencia	El grupo esta fcompuesto por 1. Formación San Miguel: está representada en profundidad por una secuencia basal de areniscas conglomeráticas, sobre silita y lutitas, de origen glacial de la Formación Cnel. Oviedo, seguida por una secuencia constitui
Sedimentos Cuaternarios Q2	Sedimentos asociados a la red de drenaje de los ríos Pilcomayo y Paraguay. Está constituido por las planicies de inundación de los dos ríos.
Sedimentos Ordovícicos, Silúricos, Devónicos	A-Grupo Caacupe, conformado por :1.Formacion Praguari (Está constituido por sedimentos de grano grueso y capas conglomeráticas que pasan gradualmente a areniscas arcóscas) 2. Formación Cerro Jhu (Las areniscas de esta formación presentan estratific
Suite Magmática Caapucú y Centurión	1-Grupo Caapucu(al Centro- Sur de la Region Oriental) Rocas intrusivas y efusivas de la Suite Magmática Caapucú, formados por pórfidos- cuarcíferos y granitos de varios tipos. 2-Grupo Centurión (Al Norte de la Region Oriental) intrusiones de granito

Responsable: 

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308

Escala Gráfica

0 6 12 24 36km

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Ciente: 

Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.3.a

**Mapa de Geología**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:700.000	LT 500 kVYguazú - Valenzuela	Ø

 **Consultoria e Participações Ltda.**



### Grupo Caacupé

Según el Mapa Geológico Hoja Paraguay - 5469 (NUÑEZ *et al.*, 1998), el Grupo Caacupé se compone de dos unidades principales, a saber: la Formación Paraguay y las formaciones Cerro Jhu y Tobati indiferenciadas.

La Formación Paraguay compone la base del Grupo Caacupé, formado por un paquete de conglomerados clásticos. Los conglomerados están intercalados con areniscas arcoseanas gruesas, especialmente en la parte superior del paquete.

La descripción típica incluye conglomerados polimícticos con clastos redondeados y subredondeados, con tamaños que van desde unos pocos centímetros hasta casi 30 centímetros. El contacto inferior se hace en desacuerdo con rocas del Grupo Paso Pindó y magmatitas de la Suite Caapucu.

Los conglomerados consisten en cuarzo y, en menor medida, en clastos de riolita, gneis y cuarcita, probablemente atribuidos a los metasedimentos del Grupo Paso Pindó. La génesis de esta formación está relacionada con el entorno de los abanicos fluviales y los canales entrelazados.

La Formación Cerro Jhu y Tobati Indiferenciadas consiste básicamente de areniscas intercaladas localmente con arcillas. Sus afloramientos más destacados se encuentran en la Cordillera de los Altos, al este de la ciudad de Paraguari. En esta región, la silicificación de las areniscas resultó en la presencia de algunos rasgos testigos u ondulaciones caracterizan la presencia de estas rocas a lo largo de una amplia llanura al suroeste del Valle de Acahay.

La inmersión de los paquetes depositados es muy baja o casi horizontal, y sólo alcanza inclinaciones más fuertes (aproximadamente 35°) al este del Bloque de Asunción. Desde la base se observa la presencia de areniscas gruesas con intercalación de conglomerados, que transgreden las areniscas más delgadas y mejor seleccionadas en las partes superiores de la formación.

También incluyen areniscas arcoseanas, gruesas a promedias y bien estratificadas. La génesis se asocia a la sedimentación con facies continentales en la base, deltaica y marinas y zona expuesta a la transgresión.

Las rocas del Grupo Caacupé están ubicadas en una porción restringida del área de estudio, al noreste del área donde se implantará la SE Valenzuela. En esta región, soporta pequeñas cordilleras en relieve de cerros promedios y de baja amplitud.

### Grupo Independencia

El Grupo Independencia es una secuencia arenosa para la cual se usaron los términos Formación São Miguel y Formación Tacuary. Este paquete sedimentario se correlaciona con la Serie Passa Dois y el Grupo Tubarão, que se encuentran en territorio brasileño, es decir, en áreas más centrales de la cuenca.

La Formación São Miguel está formada por sedimentos arenosos clásticos y arcósicos de probable origen cratónico. Tiene dos fases distintas de sedimentación, la primera indicada por una facie que incluye llanuras costeras eólicas y deltaicas, localizadas al este del Alto de Asunción, y la segunda que reúne ciclos de deposición de la costa a fuera y depósitos deltaicos de macromarea.

El contacto inferior de la Formación San Miguel está en desacuerdo con las rocas de la Formación Coronel Olviedo. En la porción superior, se encuentra cubierta por la Formación Tacuary.

Las areniscas de esta formación son de color rojo violáceo, con granulación de delgada a promedia. Su constitución predominante es el cuarzo, pero presenta fracciones de feldespatos y fragmentos líticos.

La Formación Tacuary está compuesta de areniscas y limolitos. Las areniscas son de color gris amarillento, con granos subterráneos bien seleccionados y una matriz carbonatada. La estratificación cruzada es notable. Las limolitas son de color gris claro, rosado y marrón rojizo.

Tanto la estratificación como la presencia de marcas de olas sugieren un entorno de deposición asociado a las llanuras mareales. Sin embargo, la observación de otras características litológicas, como la presencia de limonlita y esquisto, puede sugerir ambientes costeros e incluso lagunares para esta formación.

Las rocas del Grupo Independencia son predominantes desde la región propuesta para la implementación de la SE Valenzuela hasta las cercanías de Caaguazú. Conforman relieves aplanados de baja inclinación y baja amplitud.

#### Formación Misiones

La Formación Misiones está formada esencialmente por areniscas eólicas de origen desértico y areniscas delgadas de estratificación cruzada depositadas en medio acuoso en la porción basal.

Su facies inferior, de origen fluvial, comprende areniscas macizas de granulación delgada a promedia, con estratificación cruzada local, que en ocasiones presentan lagunas y conglomerados de limolitos y arcillas.

Las facies superiores, que comprenden la mayor parte del paquete sedimentario, incluyen areniscas de delgadas a gruesas, granos bien redondeados y con alta esfericidad, dispuestas en sets y/o cosets de estratificación cruzada de gran tamaño. Ambiente continental desértico, depósitos de dunas eólicas.

Se componen básicamente de granos de cuarzo, de coloración rojizo amarillento, y la presencia de feldespato es insignificante.

Fulfaro y Landin (sin fecha) admiten la correlación de las areniscas de la Formación Misiones a las areniscas de la Formación Botucatu (facies superior) y las areniscas de la Formación Pirambóia

(facies fluvial basal), que ampliamente ocurren en áreas más centrales de la Cuenca Sedimentaria del Paraná.

Las areniscas de la Formación Misiones son las rocas predominantes a lo largo del trazado de la LT, que ocurren desde Natalicio Talavera hasta su contacto con las rocas eruptivas en la región cerca de la Colonia Yguazú.

#### Formación Alto Paraná

La Formación Alto Paraná (correlacionada con la Formación Serra Geral), de carácter volcánico, consiste de vertidos basálticos continentales, que forman una de las grandes provincias ígneas del mundo (SAUNDERS *et al.*, 1992 *apud* SILVA *et al.*, 2003), cuando un inmenso volumen de lava fue expulsado a través de gigantescas grietas (NISHIYAMA, 1989). Incluye una sucesión de derrames con un espesor de unos 1.500 m, donde Leinz & Amaral (1985) considera 650 m como el espesor promedio de los vertidos.

Los principales rasgos de la formación indican que los basaltos se originaron por la rápida extravasación de lava muy fluida a través de geoclases y fallas más pequeñas. Como no hay conocimiento de productos erosivos dentro de la formación, se puede deducir que no hubo brechas significativas durante la actividad volcánica. La existencia de intercalaciones eólicas demuestra el predominio de las condiciones desérticas durante el volcanismo.

Almeida (1967) admite que esta formación fue el resultado de un intenso volcanismo fisural básico derivado de la Reactivación Wealdeniana de la Plataforma Brasileña, que habría provocado la formación de grandes geoclases, "a través de las cuales fluye la lava basáltica toleítica en un ambiente desértico". La presencia de arenisca sugiere que esta condición habría persistido durante el período volcánico, como las características de la Formación Botucatu (Misiones).

El producto de este magmatismo está constituido por una secuencia toleítica bimodal en la que predominan los basaltos a basaltos andesitos (más del 90% en volumen), superpuestos por riolitas y riodacitas (4% en volumen). Basado en características químicas e isotópicas, se divide en como procedente de dos reservorios magmáticos diferentes: alto y bajo TiO<sub>2</sub>, que comprende ocho subtipos con diferentes características químicas y reológicas (BAEP *et al.*, 1992). Según las dataciones radiométricas llevadas a cabo, su inicio se estima en 137,4 Ma y su cierre alrededor de 128,7 Ma (TURNER *et al.*, 1994).

En cuanto a la composición petrográfica, las rocas de la Formación Alto Paraná se presentan de manera sencilla, estando constituidas, esencialmente, por labradorita zonificada asociada a clinopiroxenianos (augita y a veces pigeonita). De manera asociativa, ocurren la titano-magnetita, el apatito, el cuarzo y raramente el olivino. En el área cubierta por este estudio, la Formación Alto Paraná tiene un aspecto macizo, uniforme, amigdalino, vesicular, formando espesores variables de vertidos, con intercalaciones lenticulares de arenisca. Tienen fracturas irregulares a subconcooidales.

Los vertidos están compuestos de rocas de colores oscuros a gris oscuro, a veces vítreo y granulación que varía de delgada a promedia. Son afaníticas, pero ocasionalmente porfiríticas. Adquiere una coloración amarilla y roja cuando se altera superficialmente, con amígdalas rellenas de cuarzo, calcita o minerales verdes.

Las rocas de la Formación Alto Paraná ocurren cerca de la región de Natalicio Talavera, por separado, y continuamente en la región de la Colonia Yguazú.

#### Sedimentos Cuaternarios

Los sedimentos cuaternarios están asociados con depósitos fluviales y coluviales-eluviales que se producen a lo largo de los lineamientos de drenaje.

Estos sedimentos son no consolidados, de baja capacidad portante, compuestos de arenas arcillosas delgadas, arcilla orgánica, arcilla limosa y por veces gravas. Los sedimentos tienen espesores que pueden exceder 3 m, ocurriendo en la base capas de arena y grava delgada. Estos depósitos forman llanuras fluviales, a veces en forma de abanicos, que forman bancos arenosos a lo largo de los principales colectores de drenaje regionales, así como de sus afluentes. Aunque mapeados sólo en el extremo oeste del trazo, los estudios de campo permitieron la identificación de estos sedimentos en varios canales en el área interceptada por la LT en estudio.

#### **5.2.4**

##### **Geomorfología**

Según los estudios de agrupación de modelos regionales de Ab'Saber (1977), la región de estudio forma parte de un área de dominios de transicionales progresivos que inciden, sobre todo, en las llanuras y bajas mesetas meridionales del Cono Sur del continente, a partir de las áreas circundantes de las praderas pampeanas. Es cierto que esta es una zona de cruce de las formaciones abiertas provenientes de la región central de Brasil con otras más secas y mucho más frías provenientes de la Patagonia y del cerro argentino.

En relación a los Dominios Morfoclimáticos, Ab'Saber (1977) inserta el área en el Dominio del Chaco Central, donde predominan las llanuras centrales sudamericanas, con bosques secos, dotados de climas subhúmedos y subtropicales semiáridos rústicos que se extienden en Bolivia, Paraguay y Argentina.

#### ***Identificación de los tipos de relieve***

Los estudios geomorfológicos realizados tienen como objetivo identificar los tipos de relieve que se producen a lo largo del trazado de la LT, establecer y analizar la dinámica superficial y la fragilidad y/o grado cuanto al riesgo de erosión y deposición.

El análisis del relieve incluyó la caracterización de los compartimentos de relieve que fueron individualizados en base a su morfografía, morfometría y morfogénesis, así como con relación a su condicionamiento lito estructural y a la cobertura pedológica. Estas informaciones permitieran

identificar el grado de estabilidad de las laderas, sustrato rocoso y de los suelos, señalando las áreas de mayor fragilidad frente a potenciales procesos erosivos y procesos de acumulación, evaluando también las características específicas relevantes para la caracterización del área.

Los estudios geomorfológicos se realizaron tomando como referencia los criterios descritos por Ponçano *et al.* (1981) y Pires Neto (1992).

Para estos fines, se adoptaron los siguientes procedimientos metodológicos:

- Encuesta bibliográfica;
- Recopilación de material cartográfico a diferentes escalas relacionadas a la geología, la pedología, la geomorfología y la hidrografía;
- Generación de modelo digital de elevación del terreno a partir de datos SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission/NASA*);
- Generación de curvas de nivel a 10 m de distancia de los datos SRTM;
- Análisis morfométrico e interpretación de las formas de relieve.

De entre los procedimientos metodológicos, destaca la generación del mapa de declividad, que subvenciona la interpretación de los principales procesos de dinámica superficial, como se señala en el la **Tabla 5.2.4.a**.

**Tabla 5.2.4.a**

**Relación entre inclinación de la hebra, procesos de erosión y deposición más frecuentes**

Inclinación de Hebras	Procesos Dominantes	Efectos Dominantes
0 a 2 % Llano	Escorrentía difusa demasiado lenta a lenta	Inundación, erosión laminar localizada y de baja intensidad
2 a 8% Corrugado blando	Escorrentía difusa lenta a promedia	Erosión laminar, en surcos y fluvial localizada y de baja intensidad
8 a 15% Corrugado blando a Corrugado	Escorrentía difusa es promedio a rápido Escorrentía lenta concentrada Desplazamiento lento de masas de Suelo	Erosión laminar frecuente y promedio Intensidad Ranuras o barrancos localizados de baja intensidad Arrastre de suelo localizado y de baja intensidad
15 a 30 % Corrugado a Fuerte corrugado	Escorrentía difusa rápida Escorrentía concentrada rápida Desplazamientos lentos y rápidos de masas de suelo	Erosión laminar y en surcos Grandes erosiones localizadas Arrastre y Desprendimientos Erosión laminar Grandes erosiones frecuentes Desprendimientos
30 a 45% Fuerte corrugado	Escorrentía difusa muy rápida Escorrentía concentrada muy rápida Desplazamientos rápidos de masas de suelo y roca	Erosión laminar y en surco Grandes erosiones frecuentes Desprendimientos Caída de bloques localizadas Formación de conos de deyección y depósitos de materiales gruesos localizados

Tabla 5.2.4.a

Relación entre inclinación de la hebra, procesos de erosión y deposición más frecuentes

Inclinación de Hebras	Procesos Dominantes	Efectos Dominantes
> 45% Montañoso a acantilado	Escorrentía concentrada y torrencial Desplazamientos rápidos de masas suelo y rocas	Surcos Desprendimientos de tierra y caída de bloques Formación de conos de deyección y depósitos de materiales gruesos localizados

Fuente: IBGE (2005).

Durante el mes de agosto de 2019 se realizaron estudios de campo que complementaron los análisis desarrollados.

Sobre la base de los procedimientos adoptados anteriormente, se identificaron los siguientes tipos de relieve en la zona interceptada por la LT: Llanuras, Lomas Amplias y Medianas, Lomas Medianas, Lomas Medianas con Resaltos y Llanuras Fluviales.

A continuación se describen los tipos de relieve identificados. En el **Mapa 5.2.4.a – Mapa de Tipos de Relieve** se presenta la respectiva distribución espacial.

#### Llanuras

El relieve de Llanuras es un relieve plano de cumbres subhorizontales, con valles poco marcados en el relieve, canales superficiales poco incisivos y baja densidad de drenaje, que son remanentes de superficie erosivo-acumulativa extensiva. Este relieve predomina en los flecos de la llanura del río Tebicuary en la porción central y occidental de la LT. Se dan allí las areniscas delgadas a gruesas eólicas con intercalaciones de limolitos y lutolitos, donde se desarrollan alvisols y ultisols. En la **Tabla 5.2.4.b** se sintetizan las principales características de estas formas.

Tabla 5.2.4.b

Características y atributos de los relieves Llanuras

<b>Relieve</b>	<b>Llanuras</b> Amplitud: <20 a 40 m Inclinación: <2 a 8% Altitudes: 130 - 170 m	Asociación de rampas de cume subhorizontales inclinadas y colinas con cumes convexos, a veces delimitados por pendientes pronunciadas. Perfiles de vertientes rectilíneas continuas y extensas. Valles erosivos abiertos y poco encajados con llanuras aluviales e manantiales pantanosos.
<b>Sustrato Rocos y Cobertura Detrítico</b>	Arenisca delgada a gruesa eólico con aplicaciones de limolito y clayita.	
<b>Suelos</b>	Ultisols Rhodic Paleudult y Typic Rhodudult Alfisol Rhodic Paleudalf	
<b>Dinámica</b>	Erosión laminar y en surcos ocasionales a frecuentes de baja intensidad.	











Tabla 5.2.4.b

**Características y atributos de los relieves Llanuras**

<b>Superficial y Fragilidades</b>	Susceptibilidad a la Erosión Ligera Dificultades de terrazas, excavación, fijación de estacas en los sitios de suelos poco profundos. Baja adherencia de los suelos arcillosos.
<b>Sensibilidad Geoambiental</b>	<b>BAJA</b> Terreno poco sensible a las interferencias, con problemas localizados de susceptibilidad a la erosión.

**Ocurrencia de procedimientos:** *De vez en cuando* - ocurre en algunos lugares, al azar y eventualmente. *Frecuente* - ocurre en varios lugares, siendo un procedimiento que se repite en el relieve. *Generalizado* - ocurre en muchos lugares y su presencia es común.

**Intensidad de procedimientos:** *Baja:* procedimientos que afectan pequeñas áreas o tienen poca profundidad; *Alta:* procedimientos que afectan grandes áreas o tienen grandes profundidades; y *Media:* procedimientos que afectan áreas y tienen profundidades moderadas.

Lomas Amplias y Medianas y Lomas Amplias

El relieve de Lomas Amplias y Mediana y Lomas Amplias es un relieve de baja amplitud y ligeramente disecado, que presenta formas con bajas pendientes y cumes convexos en los cerros, y cumes subhorizontales en las lomas amplias. Este relieve es el resultado de procesos de aplanamiento en rocas areniscas de la Formación Misiones, así como tallado en rocas efusivas básicas de la Formación Alto Paraná.

Ocurren con mayor intensidad en la región oriental del trazado. Las características principales de estas formas son descritas en la **Tabla 5.2.4.c**.

Tabla 5.2.4.c

**Características y atributos de los relieves Lomas Amplias y Medianas y Lomas Grandes**

Características y Distribución de las Lomas Amplias y Promedias y Lomas Grandes		
Relieve	<b>Lomas Amplias y Promedias</b> Amplitud: <20 a 40 m Inclinación: <2 a 8% con sectores de 8 a 15% Altitudes: 270 - 220 m	Formas con cumes convexos amplios. Perfiles de vertientes continuos con segmentos rectilíneos. Valles erosivos abiertos con llanuras aluviales discontinuas y estrechas. Drenaje de baja a promedia densidad.
	<b>Lomas Amplias</b> Amplitud: <20 a 40 m Inclinación: <2 a 8% Altitudes: 200 - 140 m	
Sustrato Rocoso y Cobertura Detrítico	Arena, arcilla, limo y lentes de grava (Sedimentos Cuaternarios) Arenisca delgada a gruesa eólico con aplicaciones de limolito y clayita. Areniscas rojas purpúreas de grano delgado a promedio y areniscas de coloración gris-verdosas. Basalto, andesita basáltica tooleítica, riolita, riolacita con arenisca intertrape.	
Suelos	Ultisols Rhodic Paleudult Oxisoles Kandiodox y Typic Haplaquox	

Tabla 5.2.4.c

**Características y atributos de los relieves Lomas Amplias y Medianas y Lomas Grandes**

	Inceptisoles Ruptic Alfic Dylochrept
<b>Dinámica Superficial y Fragilidades</b>	Erosión laminar y en surcos ocasionales de baja intensidad. Boçorocas casionales de alta intensidad Aterramiento de los canales de las carreteras es frecuente y de alta intensidad.
<b>Sensibilidad Geoambiental</b>	<b>BAJA</b> Terreno poco sensible a las interferencias, con problemas localizados de susceptibilidad a la erosión.

**Ocurrencia de procedimientos:** *De vez en cuando* - ocurre en algunos lugares, al azar y eventualmente. *Frecuente* - ocurre en varios lugares, siendo un procedimiento que se repite en el relieve. *Generalizado* - ocurre en muchos lugares y su presencia es común.

**Intensidad de procedimientos:** *Baja:* procedimientos que afectan pequeñas áreas o tienen poca profundidad; *Alta:* procedimientos que afectan grandes áreas o tienen grandes profundidades; y *Media:* procedimientos que afectan áreas medianas y tienen profundidades moderadas.

Lomas Medianas

El relieve de Lomas Medianas, descrito en la **Tabla 5.2.4.d**, presenta cumes subnivelados, perfil de vertiente continua blanda con segmentos rectilíneos, a veces con afloramientos rocosos y valles erosivos abiertos.

A lo largo de la LT, las Lomas Medianas ocurren en la porción central de del trazado, donde afloran las areniscas de la Formación Misiones y se desarrollan los suelos de carácter arenoso.

Tabla 5.2.4.d

**Características y atributos de los relieves de Lomas Medianas**

<b>Relieve</b>	<b>Lomas Medianas</b> Amplitud: 30 a 100 m Inclinación: 2 a 15% Altitudes: 150 - 260 m	Colinas de cumes convexos amplios y estrechos. Perfil de vertientes continuas, con segmentos rectilíneos a veces con afloramientos rocosos. Valles erosivos abiertos. Drenaje de densidad promedia.
<b>Sustrato Rcoso y Cobertura Detrítico</b>	Arenisca delgada a gruesa eólico con aplicaciones de limolito y clayita.	
<b>Suelos</b>	Ultisols Arenic Rhodic Paleodult	
<b>Dinámica Superficial y Fragilidades</b>	Erosión en surcos ocasionales de baja a promedia intensidad. Arrastre ocasionales y de baja intensidad. Aterramiento de los canales de las carreteras es frecuente y de alta intensidad.	
<b>Sensibilidad Geoambiental</b>	<b>BAJA</b> Terreno poco sensible a las interferencias, con problemas localizados de susceptibilidad a la erosión.	

**Ocurrencia de procedimientos:** *De vez en cuando* - ocurre en algunos lugares, al azar y eventualmente. *Frecuente* - ocurre en varios lugares, siendo un procedimiento que se repite en el relieve. *Generalizado* - ocurre en muchos lugares y su presencia es común.

**Intensidad de procedimientos:** *Baja:* procedimientos que afectan pequeñas áreas o tienen poca profundidad; *Alta:* procedimientos que afectan grandes áreas o tienen grandes profundidades; y *Media:* procedimientos que afectan áreas medianas y tienen profundidades moderadas.

### Lomas Medianas con Resaltos

Las lomas medianas con resaltos tienen las mismas características descritas para las lomas medianas (ver **Tabla 5.2.4.d**), sin embargo, con la presencia de pequeños resaltos residuales en sus cumbres.

Estos resaltos son soportados por rocas de la Formación Caacupé, que incluyen conglomerados con intercalaciones de areniscas arcoseanas y gruesas. En los resaltos se verifica que los procesos pedológicos son incipientes, identificándose la presencia de suelos poco profundos clasificados como Entisols Lithic Udipsamment. En las otras áreas, predominan los mismos suelos descritos para las Lomas Medianas.

Las amplitudes pueden variar de 50 a 100 m. En cuanto a las declividades, no es raro que algunos tramos de inclinación más pronunciada alcancen hasta el 30%. En estos segmentos, los procedimientos erosivos son más frecuentes y pueden ocurrir pequeñas caídas de bloques.

Este tipo de relieve se identificó sólo en las áreas del noreste y norte del área de implementación de la SE Valenzuela.

### Llanuras fluviales

Se trata de las extensas zonas llanas que bordean los canales de los ríos Tebicuary y Monday, y sus afluentes más expresivos. Corresponde a la asociación de áreas que ya no se ven afectadas por inundaciones (terrazas bajas) y áreas inundadas periódicamente, que se desarrollan a lo largo de los ríos de la región. Este relieve incluye, además de las formas de deposición aluvial, el canal fluvial, que puede insertarse en aluviones, donde suele ser más sinuoso, o en la roca, cuando desarrolla rápidos.

La constitución litológica predominante está definida por paquetes sedimentarios recientes que incluyen arena, arcilla, limo y lentes de grava. Los suelos se clasifican como Alfisol Aquic Palendalf y Tierras Misceláneas.

Las principales características de estos relieves se presentan en el **Tabla 5.2.4.e**.

**Tabla 5.2.4.e**  
**Características y atributos de los relieves Llanuras Fluviales**

<b>Relieve</b>	<b>Llanuras fluviales</b> Inclinación: <5% Altitudes Variables	Terreno llano formado por la llanura de inundación que se llena en el período de las avenidas y terrazas bajas que ya no se ven afectadas por las inundaciones y que todavía contienen pantanos, humedales y lagos. Canales aluviales meandantes y erosivos en roca.
<b>Sustrato Rocosos y Cobertura Detrítico</b>	Arena promedia a gruesa, con intercalaciones de grava y bloques angulosos y subangulares de cuarzo y cuarcita, y, subordinadamente, arena arcillosa, arcilla y materia orgánica en llanuras de inundación y canales fluviales.	



**Tabla 5.2.4.e**  
**Características y atributos de los relieves Llanuras Fluviales**

<b>Suelos</b>	Alfisol Aquic Palendalf Tierras Misceláneas
<b>Dinámica Superficial y Fragilidades</b>	Inundaciones periódicas en llanuras y permanentes en los humedales. Deposición de finos y materia orgánica por decantación durante las inundaciones y de arena y gravas por adición lateral. Erosión lateral y vertical del canal. Inundaciones estacionales. Presencia de humedales, capa freática alta y suelos blandos. Riesgo de contaminación de la capa freática. Zonas favorables al aterramiento. Erosión lateral y vertical del canal y de las márgenes. Recalque de fundaciones. Daño a las redes subterráneas por represión.
<b>Sensibilidad Geoambiental</b>	<b>ALTA</b> Debido al riesgo de inundaciones, contaminación y sedimentación.

**Ocurrencia de procedimientos:** *De vez en cuando* - ocurre en algunos lugares, al azar y eventualmente. *Frecuente* - ocurre en varios lugares, siendo un procedimiento que se repite en el relieve. *Generalizado* - ocurre en muchos lugares y su presencia es común.

**Intensidad de procedimientos:** *Baja*: procedimientos que afectan pequeñas áreas o tienen poca profundidad; *Alta*: procedimientos que afectan grandes áreas o tienen grandes profundidades; y *Media*: procedimientos que afectan áreas y tienen profundidades moderadas.

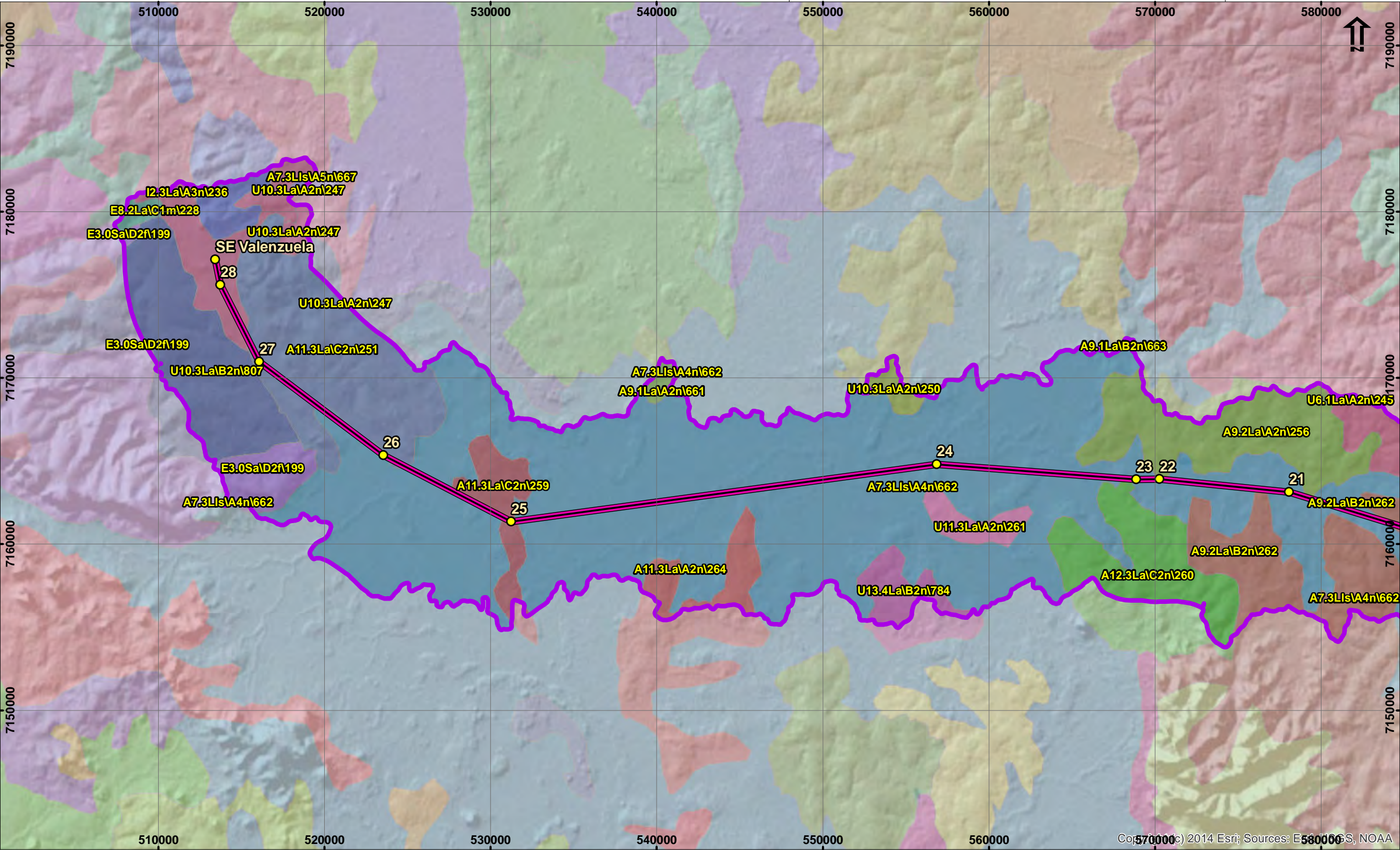
### 5.2.5 Suelos

La identificación de las clases de suelo que se producen a lo largo de la LT se realizó a partir del "Estudio de Reconocimiento de Suelos, Capacidad de Uso de la Tierra y Propuesta de Ordenamiento Territorial Preliminar de la Región Oriental del Paraguay" (GOBIERNO DEL PARAGUAY, 1995). La superposición del área de estudio con el Mapa de Suelos de la Región Oriental resultó en la identificación de cinco órdenes de suelo, según la clasificación *Soil Taxonomy* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1992), a saber: oxisol, ultisol, alfisol, inceptisol y entisol. También se ha identificado una clase de asignación adicional, definida como Tierras Misceláneas.

La espacialización de las clases de suelo que se dan en la zona se presenta en el **Mapa 5.2.5.a – Mapa de Suelos**. La descripción correspondiente se muestra a continuación.

#### Oxisol

Son suelos de material mineral, presentando el horizonte B óxico inmediatamente por debajo de cualquier tipo de horizonte A, adentro de 200 cm de la superficie del suelo o adentro de 300 cm, si el horizonte A tiene más de 150 cm de espesura.



- Legenda**
- Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Área de Influencia Indirecta (AI) de los Medios Físico y Biótico

- Legenda**
- Suelos**
- Alfisol (A)**
- A11.3La\A2n\264
  - A11.3La\C2n\251
  - A11.3La\C2n\259
  - A12.3La\C2n\260
  - A4.4La\A2n\679
  - A5.5La\B2n\778
  - A7.3Lis\A4n\662
- Entisols (E)**
- E3.0Sa\D2f\199
  - E8.2La\B1m\242
  - E8.2La\C1m\228
- Inceptisols (I)**
- I2.3La\A3n\236
  - O1.5Vb\B3n\253
  - O6.5Lb\A2n\235
- Tierras Miscelaneas (TM)**
- TM0.0Lis\A3n\779
  - U10.3La\A2n\247
- Ultisols (U)**
- U10.3La\A2n\247
- Other Soil Types**
- A7.3Lis\A5n\667
  - A9.1La\A2n\661
  - A9.1La\B2n\663
  - A9.2La\A2n\256
  - A9.2La\B2n\262
  - A10.3La\A2n\247
  - A10.3La\B2n\250
  - A10.3La\B2n\807
  - A10.4La\B2n\226
  - A10.4La\B2n\659
  - A10.4La\B2n\697
  - A11.3La\C2n\251
  - A11.3La\C2n\259
  - A12.3La\C2n\260
  - A4.4La\A2n\679
  - A5.5La\B2n\778
  - A7.3Lis\A4n\662
  - E3.0Sa\D2f\199
  - E8.2La\B1m\242
  - E8.2La\C1m\228
  - I2.3La\A3n\236
  - O1.5Vb\B3n\253
  - O6.5Lb\A2n\235
  - TM0.0Lis\A3n\779
  - U10.3La\A2n\247
  - U10.3La\A2n\250
  - U10.3La\B2n\254
  - U10.3La\B2n\807
  - U10.4La\B2n\226
  - U10.4La\B2n\659
  - U10.4La\B2n\697
  - U11.3La\A2n\261
  - U13.4La\B2n\784
  - U6.1La\A2n\245

Responsable: 

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308

Escala Gráfica

0 3 6 12 18km

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Cliente: 

Proyecto

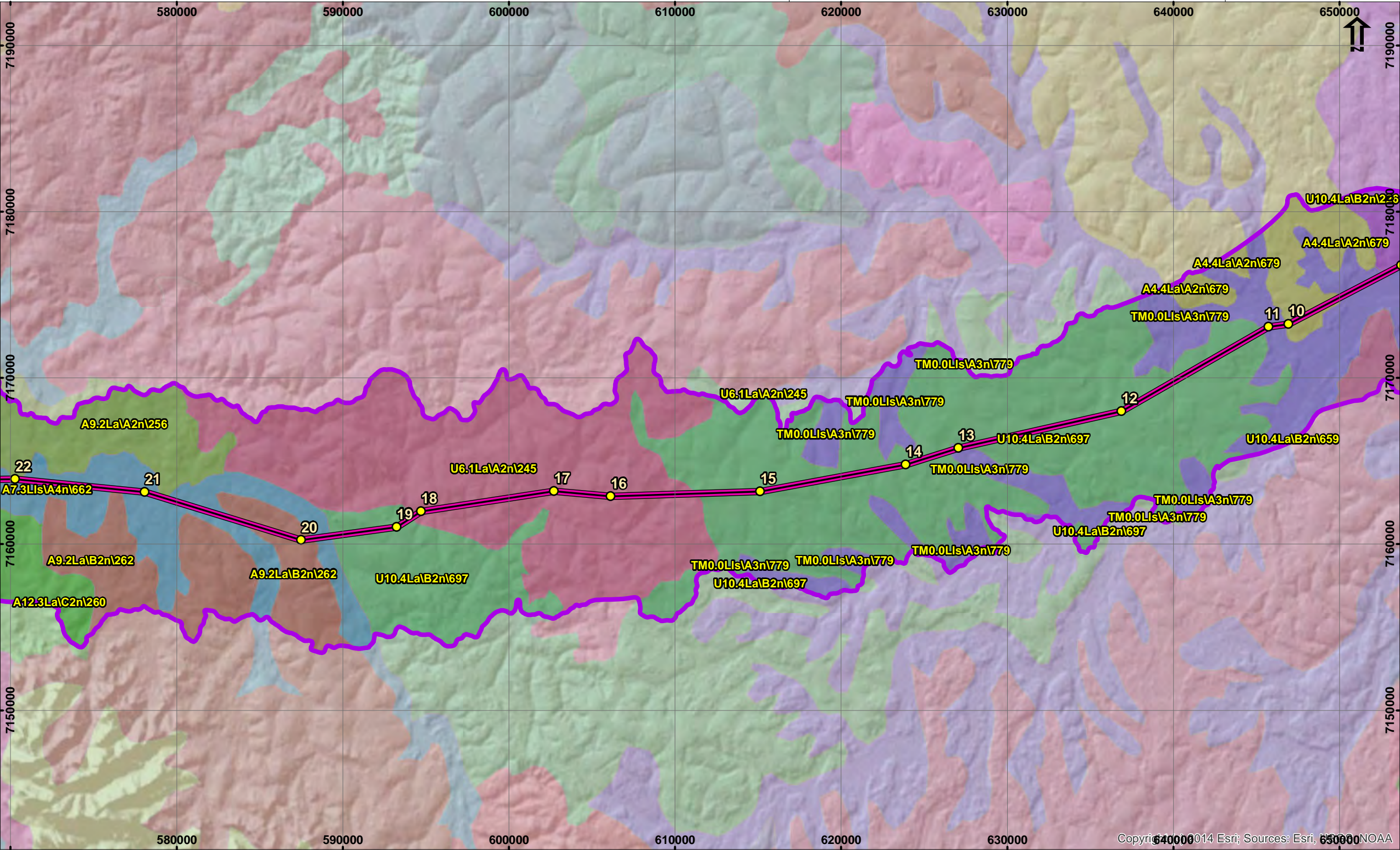
**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.5.a

**Mapa de Suelos**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø



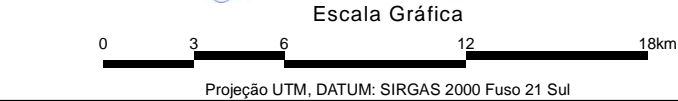


Legenda

Suelos			
<b>Alfisol (A)</b>			
A11.3La\A2n\264	A9.1La\A2n\661	Inceptisols (I)	U10.3La\A2n\250
A11.3La\C2n\251	A9.1La\B2n\663	I2.3La\A3n\236	U10.3La\B2n\254
A11.3La\C2n\259	A9.2La\A2n\256	<b>Oxisol (O)</b>	U10.3La\B2n\807
A12.3La\C2n\260	A9.2La\B2n\262	O1.5Vb\B3n\253	U10.4La\B2n\226
A4.4La\A2n\679	A9.2La\B2n\262	O6.5Lb\A2n\235	U10.4La\B2n\659
A5.5La\B2n\778	<b>Entisols (E)</b>	<b>Tierras Miscelaneas (TM)</b>	U10.4La\B2n\697
A7.3Lis\A4n\662	E3.0Sa\D2f\199	TM0.0Lis\A3n\779	U11.3La\A2n\261
	E8.2La\B1m\242	<b>Ultisols (U)</b>	U13.4La\B2n\784
	E8.2La\C1m\228	U10.3La\A2n\247	U6.1La\A2n\245

Responsable:

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308



Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Ciente:



Proyecto

Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)  
LT 500 kV Yguazú - Valenzuela

Mapa 5.2.5.a

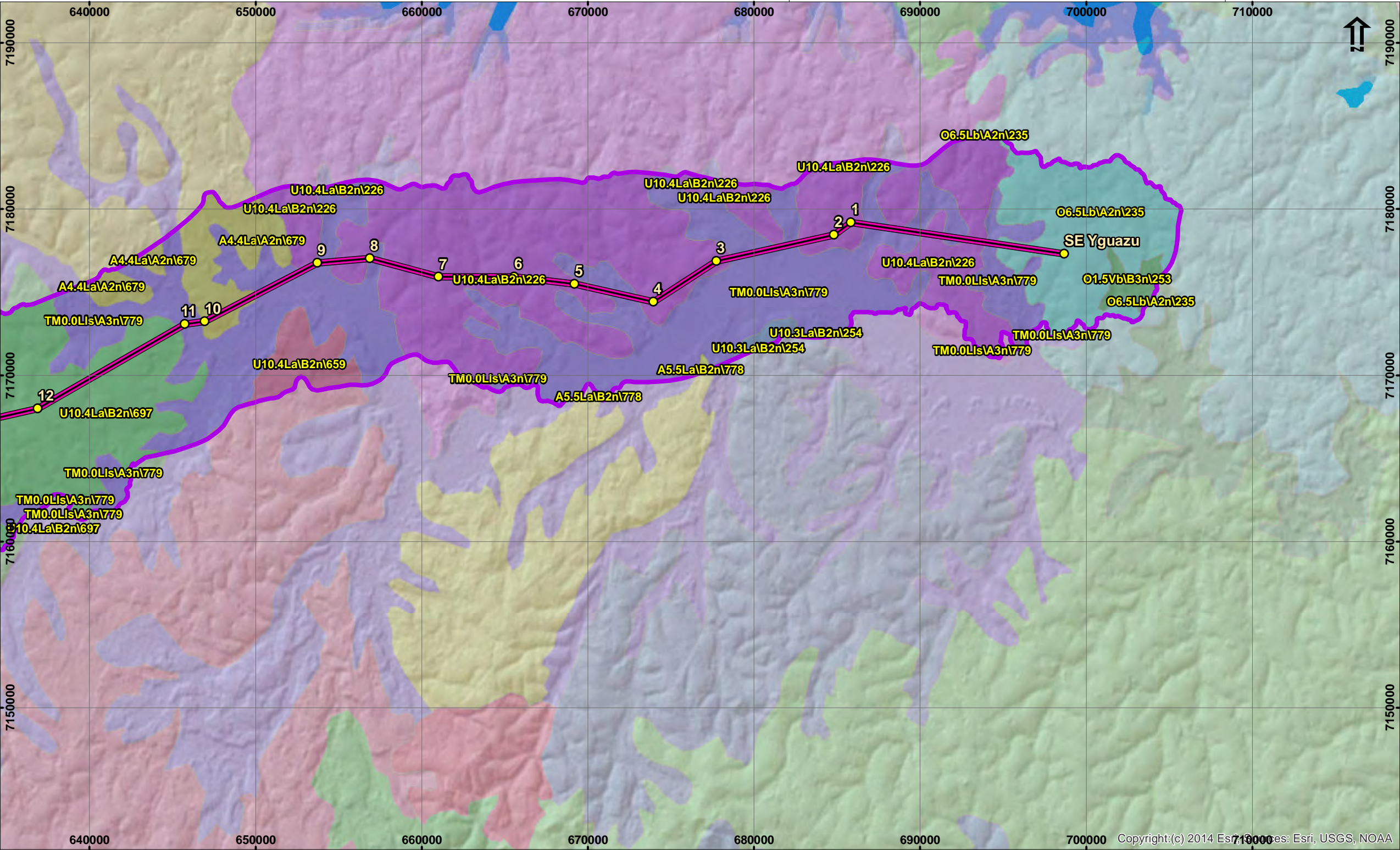
Mapa de Suelos

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø



Consultoria e  
Participações Ltda.



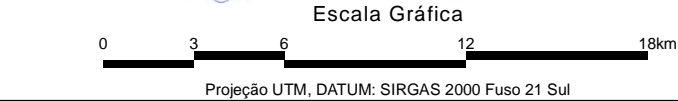


- Legenda**
- Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Área de Influencia Indirecta (AI) de los Medios Físico y Biótico

- Legenda**
- Suelos**
- Alfisol (A)**
- A11.3LaA2n264
  - A11.3LaC2n251
  - A11.3LaC2n259
  - A12.3LaC2n260
  - A4.4LaA2n679
  - A5.5LaB2n778
  - A7.3LIsA4n662
- Entisols (E)**
- E3.0SaD2n199
  - E8.2LaB1m242
  - E8.2LaC1m228
- Inceptisols (I)**
- I2.3LaA3n236
  - O1.5VbB3n253
  - O6.5LbA2n235
- Tierras Miscelaneas (TM)**
- TM0.0LIsA3n779
  - U10.3LaA2n247
- Ultisols (U)**
- U10.3LaA2n247
- U10.3LaA2n250**
- U10.3LaB2n254
  - U10.3LaB2n807
  - U10.4LaB2n226
  - U10.4LaB2n659
  - U10.4LaB2n697
  - U11.3LaA2n261
  - U13.4LaB2n784
  - U6.1LaA2n245

Responsable:

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308



Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Ciente:



Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.5.a

**Mapa de Suelos**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø



Los suelos están desprovistos de minerales primarios o secundarios menos resistentes a la intemperie, y tienen una baja capacidad de intercambio catiónico, inferior a 170 cmolc/KgTFSA de arcilla sin corrección para carbono, con variaciones respecto a los suelos predominantemente caoliniticos, con valores de  $K_i$  más altos, en torno a 2, admitiendo un máximo de 2,2, hasta suelos oxidicos de  $K_i$  extremadamente bajos.

Van de fuertemente a bien drenados. Suelen ser muy profundos y el grosor del solum rara vez es inferior a un metro. Tienen una secuencia de horizontes A, B, C, con poca diferenciación de horizontes, y las transiciones entre horizontes suelen ser difusas o graduales. Son, en general, suelos fuertemente ácidos, con baja saturación por bases.

En el área de estudio, estos suelos se derivan de rocas basálticas de la Formación Alto Paraná y ocurren en el extremo este del trazado. Se clasifican como Kandiodox de carácter ródico (O6.5Lb), lo que significa que tiene un horizonte argílico rojo. En un espesor de 75cm, localizado entre los 25 y 125 cm de profundidad del brillo con value de 3 o menos cuando húmedo. Con relación a fases, se ha caracterizado como arcilloso muy delgado. Son suelos que tienen un color pardo rojizo oscuro en la camada arable, rojo oscuro o rojo en los horizontes profundos, según estén húmedos o secos respectivamente.

En este orden de suelos también se identificó el subgrupo Typic Haplaquox (O1.5Vs) en el curso bajo de los arroyos Pikipo y Simon. Son suelos Aquox que dentro de los 150cm de profundidad tienen al menos una capa de horizonte óxico con una capacidad efectiva de intercambio catiónico de más de 1.5 cmol (+) / Km. de arcilla y un pH inferior a 5.0; no tienen plintita y la saturación es inferior al 35% en todas partes del suelo, desde la superficie hasta una profundidad de 125 cm.

### Ultisols

Comprende suelos que consisten en material mineral, que tienen como características diferenciales arcilla de baja o alta actividad, conjugada con saturación por bases bajas y alta concentración de aluminio. El horizonte textural B (Bt) se encuentra inmediatamente debajo de cualquier tipo de horizonte superficial, excepto el hístico.

La mayoría de los suelos de esta clase muestran un evidente incremento en el contenido de arcilla del horizonte superficial hasta el horizonte B, con o sin disminución en los horizontes subyacentes. La transición entre los horizontes A y Bt suele ser clara, abrupta o gradual.

Estos son suelos de profundidad variable, desde fuertes a imperfectamente drenados, de color rojizo o amarillento, y más raramente grisáceos claros. La textura varía de arenosa a arcillosa en el horizonte A, y de promedia a muy arcillosa en el horizonte Bt, siempre con un aumento de la arcilla de aquel para este. Son fuertes a moderadamente ácidos, con una saturación de bases alta o baja, predominantemente caolínica y con una relación molecular  $K_i$  que generalmente varía de 1,0 a 3,3.



Estos suelos son predominantes a lo largo del trazado. Ocurren en grandes áreas continuas desde el Yguazú hasta las cercanías de Caaguazú. Desde esta ubicación, hacia el oeste, se produce en áreas aisladas en zonas donde predominan los Alfisol.

Tres subgrupos de Ultisoles no fueron informados: Rhodic Paleudult (U10.3 y U10.4), Arenic Rhodic Paleodult (U6.1), Typic Paleudult (U11.3) y Typic Rhodudult (U13.4), siendo esta última aparición significativamente restringida en el área de estudio.

Los suelos clasificados como Rhodic Paeludult son predominantes en la parte central oriental del trazado. En este subgrupo se integran los suelos Paleudult que tienen debajo del epipedón ócrico un horizonte argílico, que muestra un incremento en el contenido de arcilla iluvial con capacidad de intercambio catiónico de más de 16mE/100g pero cuya saturación en bases es menor de 50% en las camadas inferiores del argílico. Son suelos con textura francosa delgada (U10.3) y arcillosa-delgada (U10.4).

El Arenic Rhodic Paleudult (U6.1), que ocurre en la porción central del trazado de la LT, muestra un epipedón arenoso a arenoso franco cuyo espesor varía entre 55 y 90cm desde la superficie mineral del suelo. Presenta un color pardo rojizo oscuro a rojo amarillento con bloques subangulares, pequeños y de débil desarrollo en lamelas de 2,5cm de espesor. El contenido de materia orgánica no supera el 1,5%; pH catiónico inferior a 5mE / 100g. de suelo y saturación con bases es mayor al 50%.

Los Typic Paleudult (U11.3 – de textura delgada) son los suelos que presentan las propiedades típicas del Gran Grupo Paleudult. Se desarrollan en lomadas cuyo material de origen es la arenisca y ocupan posiciones topográficas planas e inclinadas. Los horizontes superficiales no presentan moteados ni concreciones o nódulos por efecto de una saturación con agua durante algún tiempo del año; no tienen un epipedón con un espesor mayor de 50 cm y con tamaño de partículas de arena; no se agrietan dentro de los 125 cm. superficiales del suelo ni tienen plintita en un volumen de 5% o más, en uno o más horizontes dentro de aquella profundidad.

### Alfisol

Los Alfisol no tienen superficialmente un horizonte de acumulación de materia orgánica, no presentan grietas anchas y profundas, no tienen un epipedón mólico y no son arcillosos en la superficie. Son suelos minerales que tampoco presentan un horizonte subsuperficial óxico.

En este Orden, se incorporan todos los suelos que tienen un horizonte nátrico o que tienen un horizonte argílico o kándico con una saturación de bases de 50% o más, calculado por la suma de cationes y determinado con acetato de amonio neutro. También pertenecen a este Orden los suelos que tienen un fragipan con revestimiento de láminas de arcilla de 1 mm o más de espesor, en alguna parte.

En el área de estudio se identificaron los siguientes subgrupos de Alfisol:



A4.4 Rhodic Kancliudalf - Son los suelos que presentan todas las propiedades del Kandiudalf, excepto que en todo el espesor del horizonte kándico tienen colores más rojos que el matiz (Hue) de 2,5 YR y brillo (value) en húmedo de 3 o menos, y en estado seco hasta una unidad más alta que cuando húmedo. Ocurre en el Valle de Arroyo Loma Piroy.

A9.2 - Los suelos que pertenecen a esta categoría son los Paleudalf que tienen un epipedón entre 50 y 100 cm de profundidad, con una textura areno francosa delgada o más gruesa. El Arenic Paleudalf francoso grueso (A9.2) tiene un horizonte ócrico con espesor de 50 cm o ligeramente superior. Están representados en el valle de los arroyos Borja y Panetey.

A7.3 Aquic Palendalf - Son suelos con las características similares a los Albaquic Paleudalf, en cuanto a la presencia de moteado baja intensidad de color dentro de los 75 cm superficiales del suelo, pero no presentan el cambio textural entre el ócrico y el argílico de una diferencia de 15% de arcilla o más en una distancia vertical de 2,5 cm. De textura franca delgada (A7.3),e presentan en llanuras aluviales y en posiciones topográficas que transmiten un drenaje y una permeabilidad moderada a muy lenta. Son Alfisol son los más representativos en el área y ocurren en la parte oeste del trazado.

A11.3 Rhodic Paleudalf - En este subgrupo, están los suelos Paleudalf que tienen un epipedón ócrico y debajo de éste, un horizonte argílico que en todo su espesor tiene un matiz (hue) de 2,5 YR o más rojo, con brillo (value) de 3 o menos en húmedo y que cuando seco, el brillo no es más elevado que una unidad del determinado en estado húmedo. Ocurre en las cercanías de SE Valenzuela.

A12.3 Molle Paleudalf (textura francosa delgada): Esta categoría incluyen los suelos con las características del Paleudalf, que tienen un horizonte Ap con un color de brillo (value) 3 o menos, en húmedo, y un brillo de 5 o menos de una muestra molida y mezclada, o que el suelo entre la superficie y la profundidad de 18 cm tiene esos mismos colores después de mezclado. Son restrictos en el área del estudio.

#### Inceptisol

Son suelos minerales poco desarrollados, con horizonte B incipiente, no hidromórficos, que presentan en sus horizontes minerales primarios no meteorizados. Son moderadamente drenados y poco profundos. La relación silte/arcilla es alta, generalmente más alta que los Latossolos, debido a su menor grado de intemperización. Tiene textura mediana, fina y francosa fina. En el horizonte superficial A, de tipo moderado o prominente, con estructura granular, el horizonte subsuperficial B presenta una estructura en bloques subangulares moderada.

La suma de bases, con niveles bajos a promedios, se debe principalmente a la presencia de micas, vermiculitas y minerales primarios existentes en la masa del suelo, que proporcionan elementos para su alteración. El suelo de alteración tiene una textura variable, pudiendo ser areno-arcilloso a arcillo-arenoso, rico en gránulos y fragmentos de roca, siendo comunes los bloques métricos.

Ocurren cerca del SE Valenzuela, donde se han identificado el gran grupo Dystrochrept y el subgrupo Ruptic Alflic Dylochrept (12.3).

Los suelos considerados en esta categoría (Dystr= Dystrofic= infértil) son los Ochrept ácidos, que se presentan sobre lomadas derivadas de arenisca y de basalto, y en extensas llanuras sedimentarias. Son de colores parduzcos o rojizos y se caracterizan también por tener un horizonte ócrico superficial y un horizonte cámbico subyacente. El horizonte cámbico no tiene carbonatos y la saturación de bases, determinada con acetato de amonio, es inferior a 60%. El régimen de humedad del suelo es idico y el de temperatura es hipertérmico. Los suelos Dystrochrept no contienen un horizonte diagnóstico sulfúrico dentro de los 50 cm superficiales del suelo, no tienen un fragipán ni un duripán, cuyo límite superior se encuentre antes de la profundidad de 100 cm del suelo.

#### Entisol

Comprende suelos poco evolucionados, constituidos por material mineral o material orgánico inferior a 20 cm de espesor, sin presentar ningún tipo de horizonte B diagnóstico.

Estos suelos están restringidos a las cercanías de la SE Valenzuela, ocurriendo a lo largo de los picos de las lomas medianas. En esta región, se identificó el Lithic Udipsamment (E3.0). Los suelos que se incorporan en esta categoría son los Udipsamment rasos, que tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm de profundidad, desde la superficie mineral del suelo.

#### Tierras Misceláneas

Las Tierras Misceláneas ocurren a lo largo del valle del río Monday. En este concepto se incorporan los suelos de difícil observación, muestreo e identificación por la dificultad de acceso, debido fundamentalmente a que las áreas donde se distribuyen permanecen o han permanecido anegados o inundados durante el período de levantamiento de campo. En esta clase, se incorporaron las tierras del sector de llanuras o valles que se encuentran en un nivel topográfico más bajo, colector del escurrimiento superficial del agua. En general, están cubiertas de vegetación de pastos y tienen similares limitaciones para su uso y manejo, como el drenaje deficiente y la exposición a constantes y permanentes inundaciones, por lo que se han mapeado como Tierras Misceláneas (TM).

### **5.2.6**

#### **Comportamiento Geotécnico**

Las rocas que se encuentran en el área de estudio se pueden agrupar en tres (3) conjuntos distintos en cuanto a las características de la alteración y su comportamiento en relación a las diferentes actividades antrópicas, destacando: las lavas básicas, las areniscas y conglomerados; y los sedimentos aluviales.

### Basaltos

Las rocas básicas están asociadas a la Formación Alto Paraná, siendo representadas por basaltos toleíticos, andesitas, riolitas y ritidacitas.

El saprolito y el suelo residual de estas rocas tienen una textura arcillosa a muy arcillosa, son muy consistentes, siendo común la presencia de bloques de roca alterada en el saprolito. Estas rocas soportan relieves de lomas medianas, presentan suelos residuales y alteraciones arcillosas que, en ocasiones, se asocian con inceptsol.

### Areniscas y conglomerados

Las areniscas y los conglomerados están asociados con el Grupo Caacupé, el Grupo Independencia y la Formación Misiones.

Las areniscas son de delgadas a gruesas e intercaladas con conglomerados, areniscas arcoseanas de delgadas a promedias y localmente conglomeráticos, así como intercaladas con limos arenosos y arcillosos y niveles de conglomerados. Los conglomerados están formados por bloques y pequeños bolones angulosos y subredondeados, y conglomerados polimíticos clasto-sostenidos.

Los suelos residuales y de alteración de estas rocas son generalmente bien desarrollados, con textura arenoso-limosa y arenoso-arcillosa, y el contenido de arcilla varía como resultado de la composición de la roca y de los sedimentos intercalados.

Estas rocas soportan principalmente el relieve de lomas anchas y promedias y superficies planas.

### Sedimento aluviales

Los sedimentos aluviales son no consolidados, con baja capacidad de soporte, estando constituidos por arena promedia y delgada limo-arcillosa, arcillas orgánicas, arcillas limosas y gravas. Los sedimentos aluviales varían en espesor, con capas de arena e gravas delgadas en la base.

La distribución de los sedimentos aluviales está asociada a las características del cauce fluvial, con tramos de llanuras anchas y continuas, predominantemente. Los sedimentos aluviales están generalmente asociados con la presencia de entisols.

A partir de los atributos de la base rocosa y de los sedimentos que se encuentran en el área interceptada, se realizó una caracterización de los posibles problemas y fragilidades asociados a estos materiales, con el fin de predecir su comportamiento, impactos y degradaciones ambientales durante la ejecución del proyecto (ver **Tabla 5.2.6.a**).



Tabla 5.2.6.a

**Principales atributos geotécnicos de materiales rocosos y sedimentarios que ocurren en el área interceptada por la LT**

TIPOS DE MATERIALES	DEBILIDADES
<p><b>Sedimentos Aluviales</b></p> <p>Arena delgada a promedia, arena arcillosa y arcilla limosa, materia orgánica y ocasionalmente gravas en llanuras de inundación y terrazas bajas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones estacionales;</li> <li>• Presencia de zonas pantanosas, freático alto y suelos friables;</li> <li>• Erosión lateral y vertical del canal y de las orillas durante la temporada de lluvias;</li> <li>• Estabilidad precaria de los muros de excavación;</li> <li>• Baja capacidad de soporte;</li> <li>• Represión de fundaciones y de las redes subterráneas;</li> <li>• Daño a la subrasante de las carreteras debido a la saturación del suelo;</li> <li>• Riesgo de contaminación de la capa freática.</li> </ul>
<p><b>Basaltos, Andesitas y Riolitas</b></p> <p>Rocas ígneas volcánicas básicas, extrusivas de granulación delgada a afanítica. Compuesto por calcio plagioclasa, magnetita o ilmenita.</p> <p>El suelo de alteración y el superficial son arcillosos a muy arcillosos, pudiendo presentar bloques y fragmentos de roca sumergidos en el suelo de alteración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de bloques en taludes de corte debido al sistema de fracturación intenso, que favorece la percolación del agua.</li> <li>• Suelos de alta plasticidad, pegajosidad y baja adherencia, que dificultan el tránsito y la preparación del suelo en épocas lluviosas.</li> </ul>
<p><b>Areniscas y Conglomerados</b></p> <p>Rocas sedimentarias con un porcentaje de arena y cuarzo superior al 80%, que están asociadas a conglomerados con guijarros y bloques, y que pueden aparecer intercaladas con otras rocas, pero subordinadas.</p> <p>El suelo alterado y residual puede ser arenoso, arenoso-limoso y arenoso-arcilloso, dependiendo de la composición o de la roca asociada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los suelos francamente arenosos son muy sensibles a la erosión laminar y en surcos;</li> <li>• Pueden ser inestables con caídas de bloque y rupturas clásicas debido a diacsamiento o al acame desfavorable y a la presencia de planos de percolación;</li> <li>• Represión diferencial debido a baja densidad del suelo de alteración;</li> <li>• Ocurrencia de proceso de <i>piping</i>, que puede causar erosión remontante.</li> </ul>

## 5.2.7

### Potencial Espeleológico

Esta sección presenta la caracterización espeleológica del área interceptada por la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela. El objetivo principal de los estudios fue identificar las cavidades existentes en toda el área y las secciones con el mayor potencial para su ocurrencia.

La metodología de trabajo se definió en tres etapas distintas, a saber:

- Etapa previa al trabajo de campo: se realizó una investigación bibliográfica y textual en los sitios *web* para identificar áreas kársticas en el área de estudio. A continuación, se interpretaron las imágenes satelitales con el objetivo de determinar los sitios más propensos al desarrollo de cavidades, para su posterior verificación de campo. Se compiló la información sobre geología, pedología y geomorfología utilizada para hacer el diagnóstico del Medio Físico, cuyas fuentes se citan en sus secciones específicas. Con esta información, se generó un mapa de potencialidad del desarrollo de cavidades en el AII. Estos datos generados en esta evaluación se exportaron al ambiente SIG, lo que constituye la base del almacenamiento y procesamiento de datos para las etapas posteriores (campo y posterior al campo).
- Etapa de campo: los datos generados en la etapa anterior, en SIG, se organizaron en una tableta con GPS y los *softwares* Google Earth y Alpinequest, esenciales para la aplicación del análisis de campo integrado, con visualización del área de estudio en tiempo real, así como los subproductos generados en la etapa previa. A partir del mapa generado en la etapa previa se llevaron a cabo estudios rápidos de campo en agosto de 2019.
- Etapa posterior al campo: después del trabajo de campo, los datos se procesaron y analizaron, permitiendo un bosquejo de la potencialidad de las ocurrencias de cavidades.

Sigue un resumen de los resultados obtenidos durante los estudios espeleológicos.

#### 5.2.7.1

##### Aspectos Geológicos Regionales

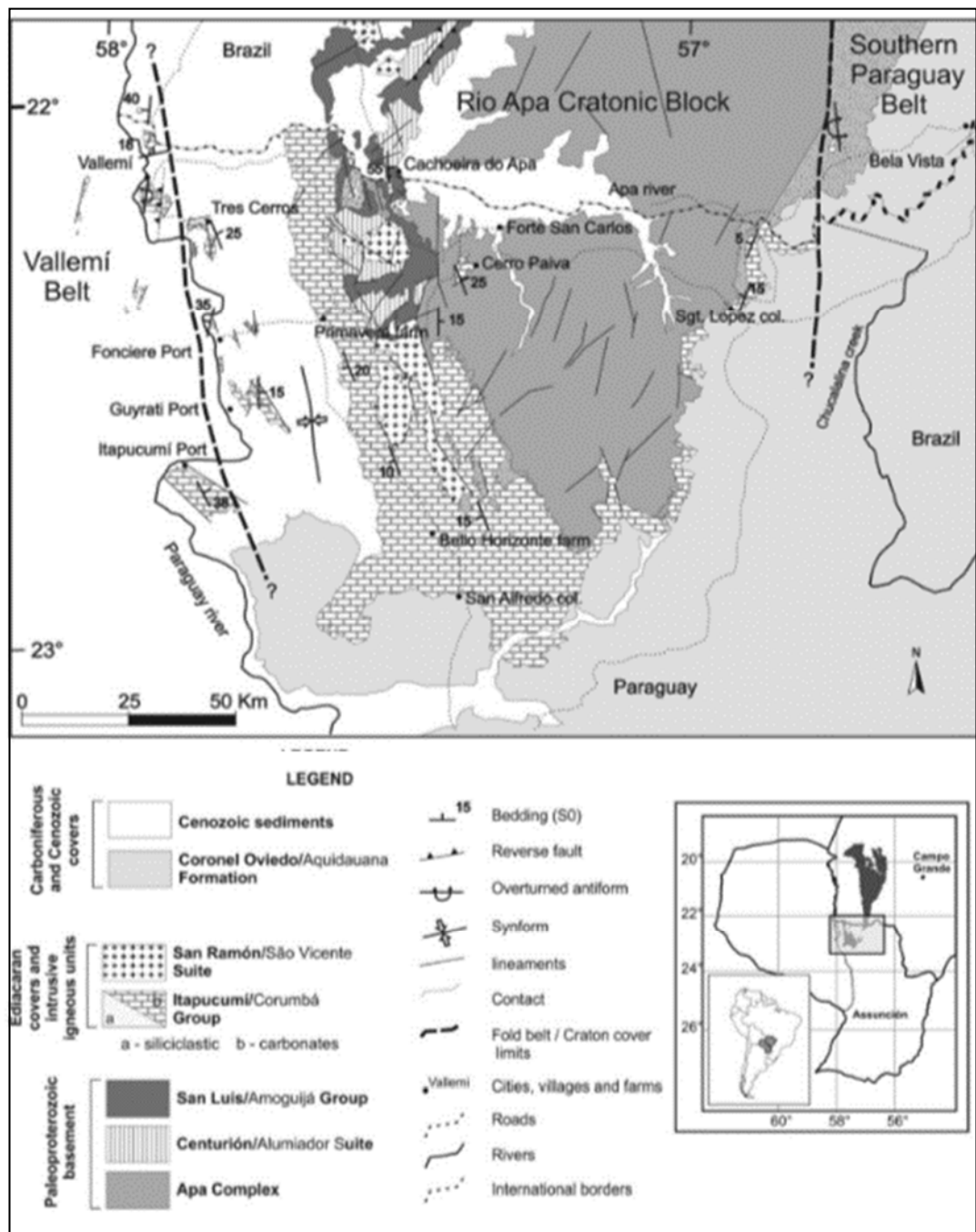
El área de estudio se encuentra dentro de la Provincia de Paraná, representada por litologías sedimentarias del Grupo Caacupé, Grupo Independencia, Formación Misiones, Formación Alto Paraná, Sedimentos Cuaternarios y rocas efusivas básicas de la Formación Alto Paraná. En estas formaciones predominan areniscas, limolitas y arcillas de edades paleozoicas y mesozoicas.

Sin embargo, la búsqueda textual y bibliográfica de la ocurrencia de formaciones kársticas en Paraguay indicó la presencia aislada de formaciones pseudokársticas (refugios y cuevas) en areniscas del Grupo Caacupé (Formación Cerro Jhu y Toabati) ubicadas en el Departamento de Paraguari.

Según estudios de Báez (1988) y Campanha *et al.* (2010), el área kárstica principal de Paraguay se encuentra en el Departamento de Concepción, en contacto con el Bloque Río Apa, que ya limita con el territorio brasileño.

Es un área de presencia de rocas del Grupo Itacurumi que están en contacto con rocas cristalinas, como se evidencia en la **Figura 5.2.7.1.a**.

Figura 5.2.7.1.a  
Localización del área kárstica principal de Paraguay



Fonte: Campanha *et al.* (2010).

El Grupo Itapucumi está formado por rocas carbonáticas y silicíticas, caracterizadas por la presencia de *grainstones*, con ooides, margas, lutitas y areniscas de edad neoproterozoica.



Se destacan ahí las formaciones ubicadas alrededor de Vallemi, en los Cerros Curuzú y Cumbre, y en el distrito de San Lázaro. Sin embargo, estas áreas están a unos 150 km al norte del trazo de la LT.

#### 5.2.7.2

##### Estudio Espeleológico de Campo

El estudio espeleológico resultó del desarrollo de las actividades ya mencionadas en las etapas previas al campo y en los estudios rápidos de campo.

La inspección de campo tuvo lugar entre el 20 y el 22 de agosto de 2019, cuando se atravesó el área interceptada por el trazo de la LT.

El estudio de campo tuvo como objetivo verificar la presencia de cuevas en el área interceptada. Esta inspección se llevó a cabo junto con el trabajo de campo de los otros temas del Medio Físico.

No se identificaron cavidades durante los estudios, ni características geomorfológicas o geológicas que pudieran indicar su presencia. Tampoco se obtuvo información de residentes locales sobre la existencia y / o conocimiento de cavidades en la región estudiada.

#### 5.2.7.3

##### Mapa de Potencial Espeleológico

El **Mapa 5.2.7.3.a - Mapa de Potencial Espeleológico**, presentado a continuación, se ha hecho para toda el AII basado en el Mapa Geológico de Paraguay (ver **Sección 5.2.3 - Geología**). Considerando que las litologías identificadas en el área exhiben correlatos en territorio brasileño, se utilizó la propuesta metodológica de Jansen *et al.* (2012).

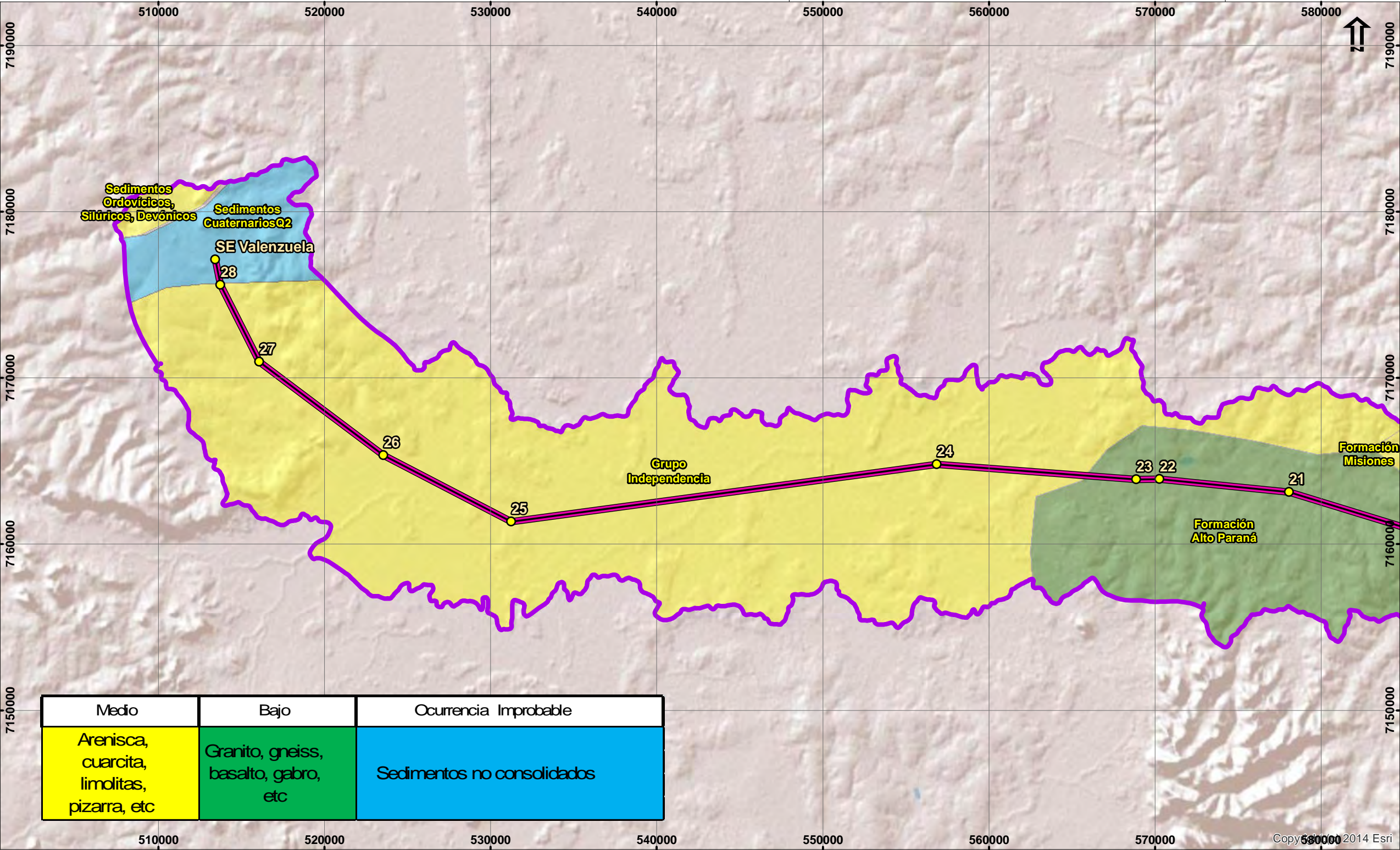
En esta concepción, los mapas de potencialidad de ocurrencia de cuevas se basan en la litología existente, es decir, el potencial espeleológico está relacionado con la ocurrencia de rocas muy solubles a poco solubles (JANSEN *et al.*, 2012) (ver **Tabla 5.2.7.3.a**).

**Tabla 5.2.7.3.a**

**Escala potencial de ocurrencia de cavidad en relación con la litología**

Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Ocurrencia Improbable
Caliza, dolomita, evaporita, etc	Carbonatita, mármol, marga, etc	Arenisca, cuarcita, limolitas, pizarra, etc	Granito, gneiss, basalto, gabro, etc	Sedimentos no consolidados

Fuente: Jansen *et al.* (2012).



- Legenda**
- Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Área de Influencia Indirecta (All) de los Medios Físico y Biótico
- Potencial Espeleológico**
- Potencial de Ocurrencia**
- MEDIO
  - BAJO
  - IMPROVABLE

Medio	Bajo	Ocurrencia Improbable
Arenisca, cuarcita, limolitas, pizarra, etc	Granito, gneiss, basalto, gabro, etc	Sedimentos no consolidados

Unidades estratigráficas y posible ocurrencia de cavidades			
EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	IMPROVABLE
MESOZOICA	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico toleítico, riolita, riolita con arenisca intertrape.	BAJO
	Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silta y arcilla.	MEDIO
PALEOZOICA	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violáceas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	MEDIO
	Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcóseas y areniscas gruesas.	MEDIO

Responsable:

*Bruno Del Grossi Michelotto*

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308

Cliente:

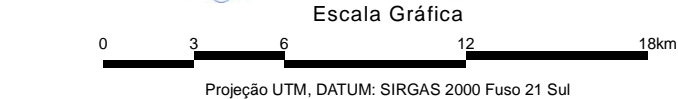


Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.7.3.a

**Mapa de Potencial Espeleológico**



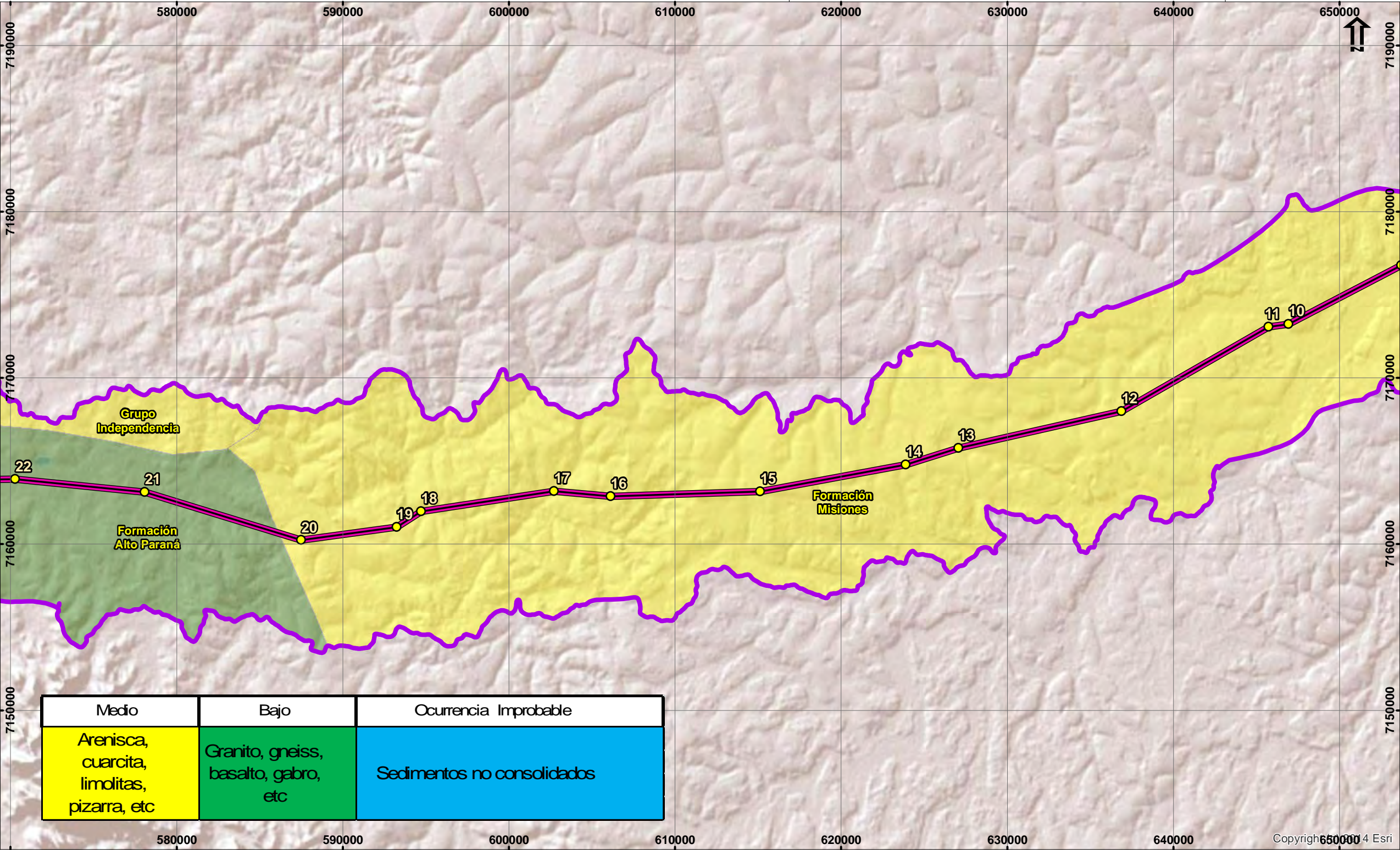
Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø



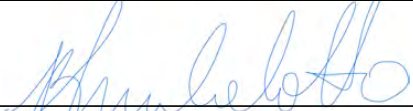
**Consultoria e Participações Ltda.**





- Legenda**
- Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Área de Influencia Indirecta (All) de los Medios Físico y Biótico
- Potencial Espeleológico**
- Potencial de Ocurrencia**
- MEDIO
  - BAJO
  - IMPROVABLE

Unidades estratigráficas y posible ocurrencia de cavidades			
EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	IMPROVABLE
MESOZOICA	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico toleítico, riolita, riolita con arenisca intertrape.	BAJO
	Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silta y arcilla.	MEDIO
PALEOZOICA	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violetáceas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	MEDIO
	Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcóseas y areniscas gruesas.	MEDIO

Responsable: 

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308

Escala Gráfica

0 3 6 12 18km

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Cliente: 

Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.7.3.a

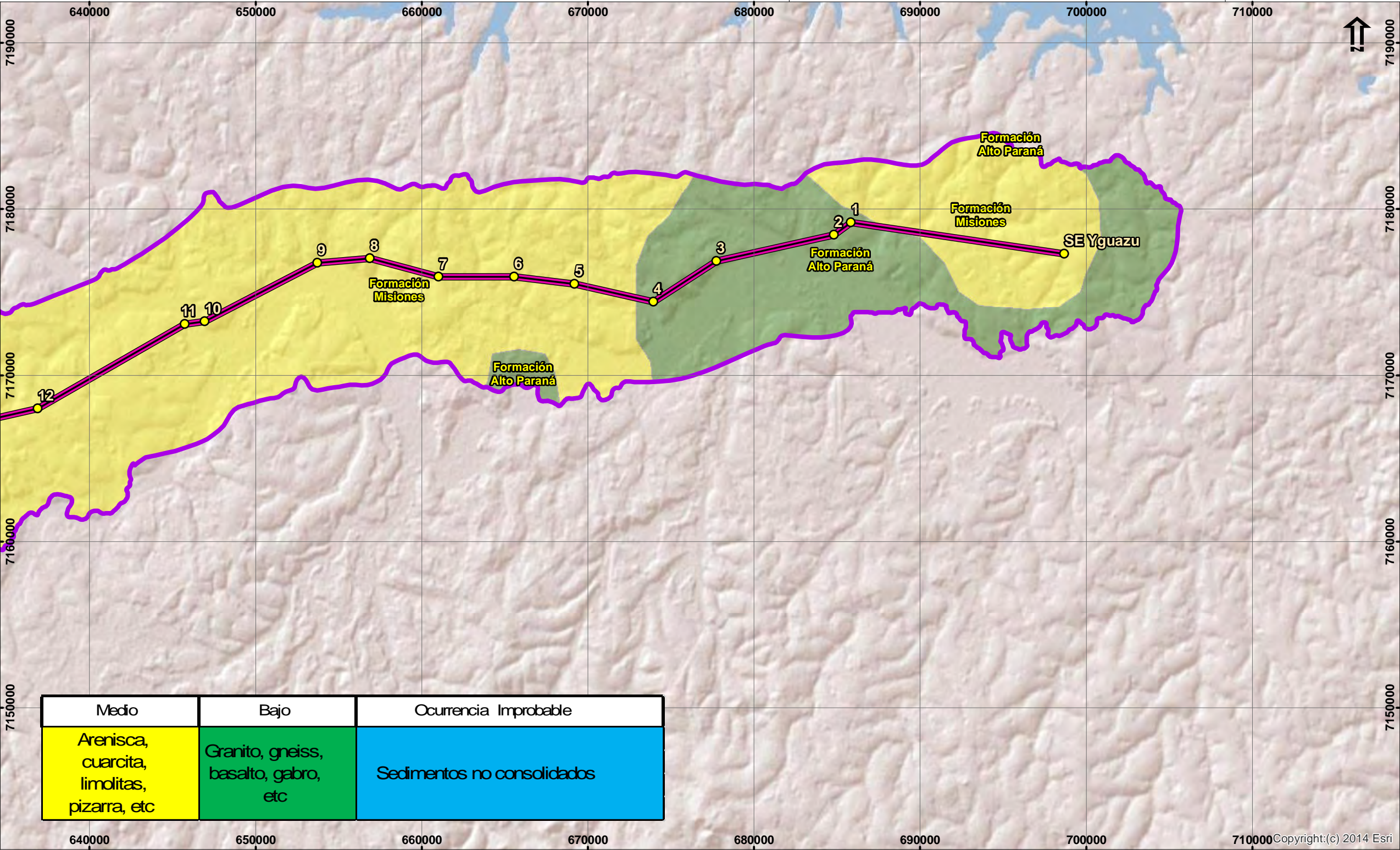
**Mapa de Potencial Espeleológico**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø

 **Consultoria e Participações Ltda.**

Folha 2 de 3





**Legenda**

- Vertices
- LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
- Área de Influencia Indirecta (All) de los Medios Físico y Biótico

**Potencial Espeleológico**

**Potencial de Ocurrencia**

- MEDIO
- BAJO
- IMPROVABLE

Medio	Bajo	Ocurrencia Improbable
Arenisca, cuarcita, limolitas, pizarra, etc	Granito, gneiss, basalto, gabro, etc	Sedimentos no consolidados

Unidades estratigráficas y posible ocurrencia de cavidades			
EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	IMPROVABLE
	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico toleítico, riolita, riolita con arenisca intertrape.	BAJO
MESOZOICA	Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silta y arcilla.	MEDIO
	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violetáceas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	MEDIO
PALEOZOICA	Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcóseas y areniscas gruesas.	MEDIO

Responsable:

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308

Escala Gráfica

0 3 6 12 18km

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Cliente:

Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.7.3.a

**Mapa de Potencial Espeleológico**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø

**Consultoria e Participações Ltda.**

Folha 3 de 3

Además de los indicativos geológicos, la geomorfología es importante para la determinación de la potencialidad espeleológica y está intrínsecamente vinculada a las restricciones geológicas (principalmente litología y estructura). En ciertas situaciones, las indicaciones geomorfológicas ayudan a aumentar el potencial espeleológico, como en áreas escarpadas compuestas de rocas siliciclásticas.

De lo expuesto, se clasificaron las rocas que se encuentran en el área interceptada, lo que resultó en la **Tabla 5.2.7.3.b**.

**Tabla 5.2.7.3.b**  
**Unidades estratigráficas y posible ocurrencia de cavidades**

EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	IMPROBABLE
MESOZOICA	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico tholeítico, riolita, riolacita con arenisca intertrape.	BAJO
	Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silita y arcilla.	MEDIO
PALEOZOICA	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violáceas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	MEDIO
	Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcoseanas y areniscas gruesas.	MEDIO

Como muestra el **Mapa 5.2.7.3.a**, la mayor parte del trazo atraviesa áreas de potencial medio para la ocurrencia de cavidades. Las áreas de bajo potencial están asociadas con las rocas efusivas de la Formación Alto Paraná y las de ocurrencia poco probable se refieren a los paquetes de sedimentación cuaternaria. Ya las áreas de potencial medio se desarrollan sobre litologías donde predomina la arenisca.

## 5.2.8

### Potencial Paleontológico

Para investigar el potencial paleontológico del área de influencia del proyecto, se recopilieron datos secundarios de informes, tesis, disertaciones y artículos científicos, y se realizó un análisis cuidadoso de mapas geológicos, cartas imágenes y aspectos geo-paleontológicos de las unidades litoestratigráficas en el área de inserción del proyecto.

Con base en el análisis del Mapa Geológico de Paraguay y de las imágenes satelitales que cubren el área de estudio, se definieron las áreas con rocas susceptibles a la ocurrencia de fósiles.



Las unidades geológicas que ocurren en el área de estudio están presentadas en la **Tabla 5.2.3.a** de la **Sección 5.2.3** (Geología).

Las rocas del Grupo Caacupé se dividen en tres unidades litoestratigráficas distintas, llamadas Formación Paraguari, Formación Cerro Jhu y Formación Tobati. La Formación Paraguari incluye conglomerados basales, estratificados irregularmente con matriz arenosa e intercalaciones de areniscas gruesas, depositadas en el ambiente continental fluvial, en canales de alta energía.

La Formación Cerro Jhu está compuesta de areniscas fluviales homogéneas de colores claros con estratificación cruzada y tamaño de partícula variable. El ambiente de deposición es similar al descrito para la base del Grupo.

La Formación Tobati, que cierra la secuencia deposicional del Grupo Caacupé, está compuesta de areniscas conglomeradas, cuyo ambiente deposicional puede estar asociado con ambientes de aguas poco profundas con influencia de mareas y sistemas fluviales.

Aunque las litologías se consideran no fosilíferas, Putzer y Wolfart (*apud* ORUÉ, 1996) mencionaron la presencia de trazas iconofósiles de las facies Skolithos en las rocas de la Formación Tobati.

De acuerdo con los estudios de Báez *et al.* (2004), Eckel identificó registros fósiles de plantas de edad pérmica en el Grupo Independencia a fines de la década de 1960. Estos registros se encontraron en la Formación Tacuary, compuesta de areniscas y limolitas. Las areniscas tienen variedades de color gris amarillento con granos subredondeados, bien seleccionados y con matriz carbonática. La estratificación cruzada se destaca. Las limolitas son de color gris claro, rosado y marrón rojizo. Tanto la estratificación como la presencia de marcas de ondas sugieren un entorno de deposición asociado con planicie de marea.

Estudios posteriores indicaron la presencia de especímenes de *Osmundacaulis Carnieri*, *Tuvichapteris solmsi* y *Girogonites de Leonardosia langei Sommer*. Según el autor, estas especies se encuentran en numerosos lugares de la Formación Tacuary aflorantes en el Paraguay.

Se identificaron coníferas en el Grupo Independencia en la localidad Colonia Independencia (CRISAFULLI, 2000; CRISAFULLI Y HERBEST, 2009).

En los sedimentos ubicados en la porción superior de las capas donde se registraron los fósiles vegetales, formados por lutitas y calcáreos, hay registros de fauna invertebrados típicos del Pérmico Superior. Se incluyen *Piramus anceps*, *Pinzonella neotropica*, *Terraiopsis altissima*, *Jacquesia* sp. Indt. (af. *J. elongata*) y *Piramus* sp, así como fragmentos de escamas de peces y crustáceos. González *et al.* (sin fecha) registraron 64 tipos de palinomorfos, entre los cuales predominan las especies de origen continental.

Se encontraron fósiles de mesosaurídeos en afloramientos ubicados en la carretera entre Caaguazú y Coronel Olviedo (AMÁBILE, 2001).



La Formación Misiones está constituida de una secuencia de areniscas eólicas, en cuya base se depositaron sedimentos de origen fluvial. Debido a su ambiente de sedimentación predominantemente desértico, esta formación que constituida básicamente de arenas cuarzosas, registra poco contenido fosilífero. Aun así, se destaca la presencia de huellas de terópodo registradas por De Valais *et al.* (2012) en las rocas de la Iglesia María Auxiliadora de Asunción, cuyo material proviene de una cantera ubicada al sur de Paraguay, en la ciudad de San Juan Bautista de Las Misiones.

Ya los basaltos efusivos de la Formación Alto Paraná y los depósitos de la edad cuaternaria no presentan registros fosilíferos de expresión significativa, ya sea por la edad o el ambiente de formación.

#### 5.2.8.1

##### Mapa de Potencial Paleontológico

Considerando las características genéticas de los materiales constituyentes identificados a lo largo de la LT y los registros fósiles encontrados en la literatura, se realizó la clasificación respectiva del potencial de ocurrencia fosilífera (ver **Tabla 5.2.8.1.a**).

El potencial en el All es presentado en el **Mapa 5.2.8.1.a - Mapa de Potencial Paleontológico**.

**Tabla 5.2.8.1.a**

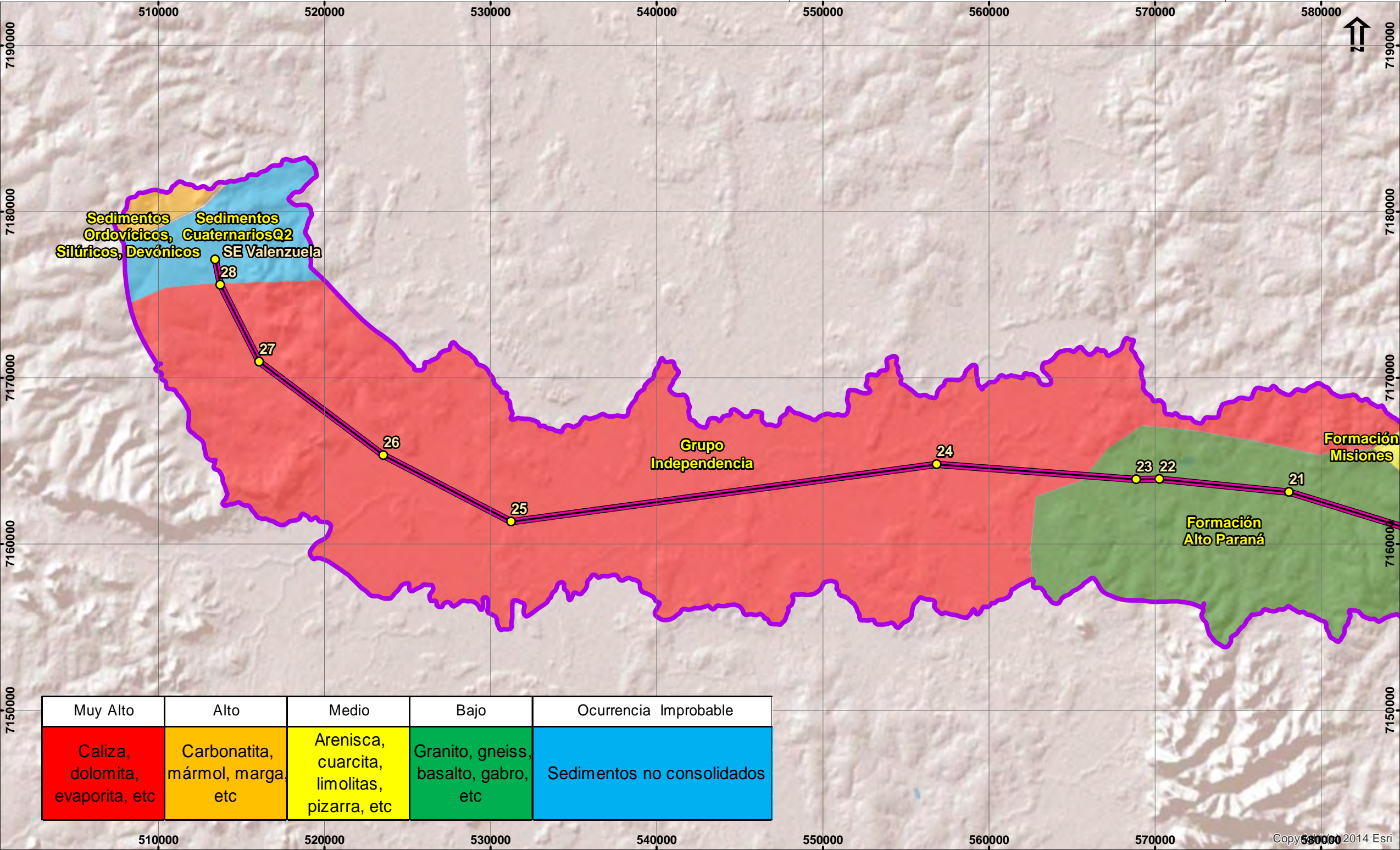
**Unidades estratigráficas y potencial de ocurrencia de registros fósiles**

EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS			POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos recientes	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	Improbable
MESOZOICA	Cuenca Serra Geral	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico tholeítico, riolita, riolacita con arenisca intertrape.	Bajo
		Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silta y arcilla.	Medio
PALEOZOICA	Cuenca del Paraná	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violáceas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	Muy Alto
		Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcoseanas y areniscas gruesas.	Alto

#### 5.2.9

##### Recursos Mineros

La investigación de los derechos mineros que coinciden con el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto se realizó en base a una consulta al Mapa de Catastro Minero preparado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay. Además, se consultaron los números que se refieren a los permisos por resolución y las concesiones por ley para los polígonos interceptados por la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela, detectando así las sustancias minerales

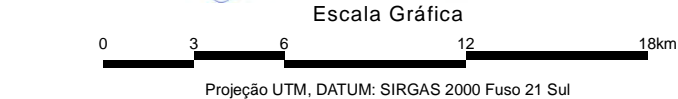


Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Ocurrencia Improbable
Caliza, dolomita, evaporita, etc	Carbonatita, mármol, marga, etc	Arenisca, cuarcita, limolitas, pizarra, etc	Granito, gneiss, basalto, gabro, etc	Sedimentos no consolidados

Unidades estratigráficas y potencial de ocurrencia de registros fósiles			
EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	IMPROVABLE
	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico toleítico, riolita, riolita con arenisca intertrape.	BAJO
	Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silta y arcilla.	MEDIO
MESOZOICA	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violáceas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	ALTO
	Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcóseas y areniscas gruesas.	MUY ALTO

Responsable:

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308



Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Cliente:



Proyecto

Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)  
LT 500 kV Yguazú - Valenzuela

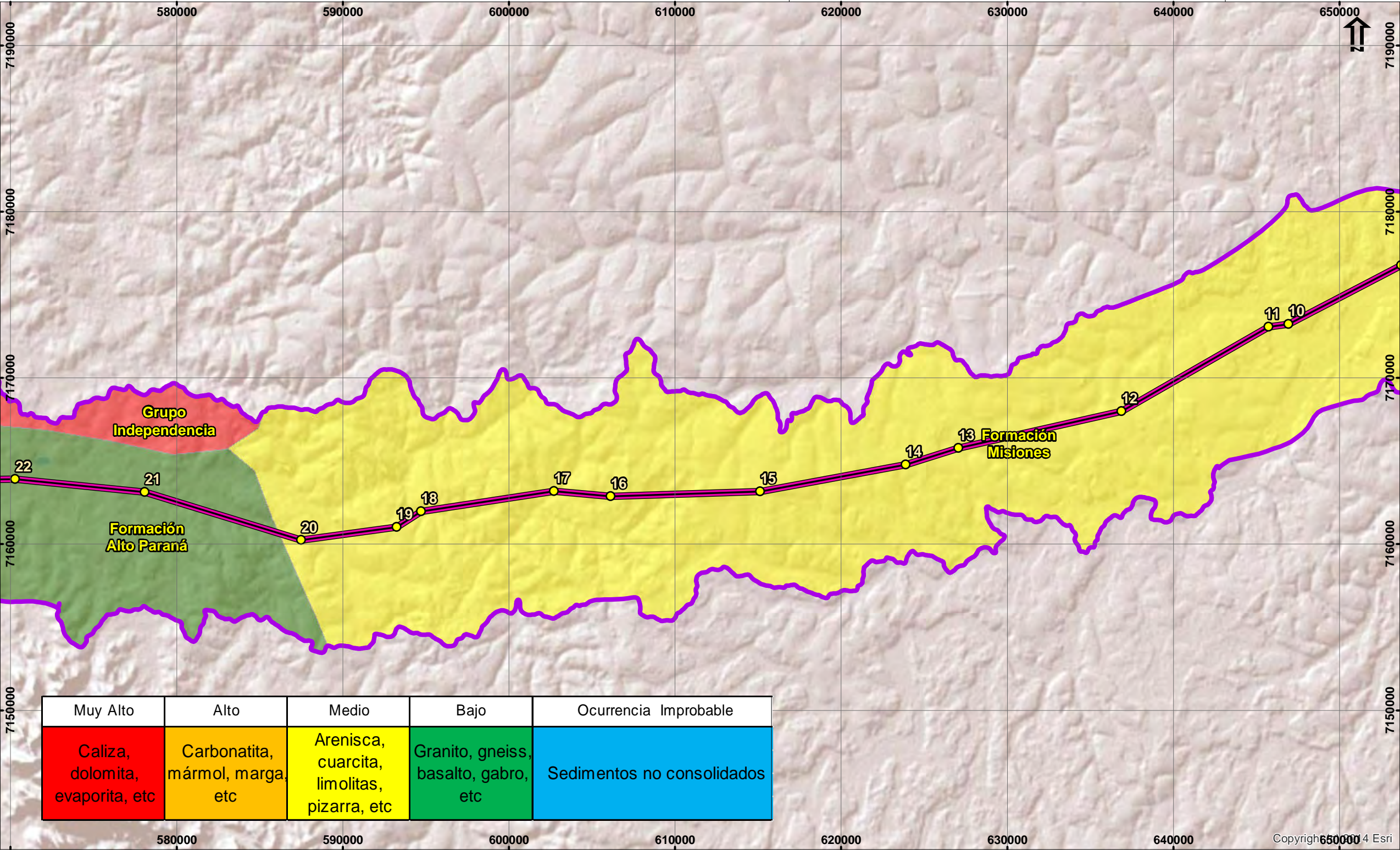
Mapa 5.2.8.1.a

Mapa de Potencial Espeleológico

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø







- Legenda**
- Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Área de Influencia Indirecta (All) de los Medios Físico y Biótico
- Potencial Paleontológico**
- Potencial de Ocurrencia**
- Muy Alto
  - Alto
  - Medio
  - Bajo
  - Improbable

Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Ocurrencia Improbable
Caliza, dolomita, evaporita, etc	Carbonatita, mármol, marga, etc	Arenisca, cuarcita, limolitas, pizarra, etc	Granito, gneiss, basalto, gabro, etc	Sedimentos no consolidados

Unidades estratigráficas y potencial de ocurrencia de registros fósiles			
EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	IMPROVABLE
MESOZOICA	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico toleítico, riolita, riolita con arenisca intertrape.	BAJO
	Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silta y arcilla.	MEDIO
PALEOZOICA	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violetas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	ALTO
	Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcóseas y areniscas gruesas.	MUY ALTO

Responsable:

*Bruno Del Grossi Michelotto*

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308

Ciente:



Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.8.1.a

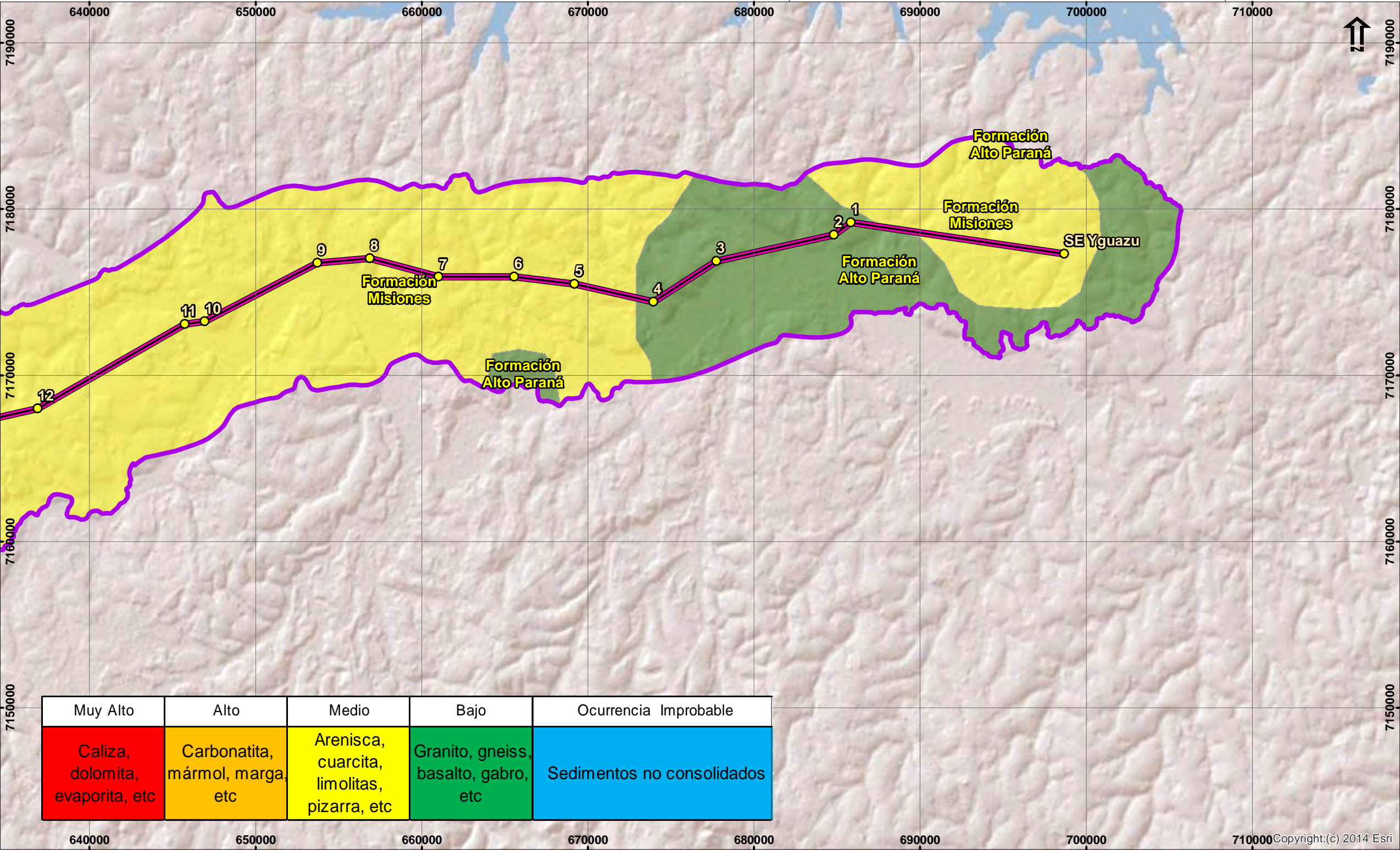
**Mapa de Potencial Espeleológico**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø



**Consultoria e Participações Ltda.**





**Legenda**

- Vertices
- LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
- Área de Influencia Indirecta (All) de los Medios Físico y Biótico

**Potencial Paleontológico**

**Potencial de Ocurrencia**

- Muy Alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Improbable

Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Ocurrencia Improbable
Caliza, dolomita, evaporita, etc	Carbonatita, mármol, marga, etc	Arenisca, cuarcita, limolitas, pizarra, etc	Granito, gneiss, basalto, gabro, etc	Sedimentos no consolidados

Unidades estratigráficas y potencial de ocurrencia de registros fósiles			
EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		POTENCIAL DE OCURRENCIA
CENOZOICA	Sedimentos cuaternarios	Arena, arcilla, limo y grava y lentes de grava.	IMPROVABLE
	Formación Alto Paraná	Basalto, andesite basáltico toleítico, riolita, riolita con arenisca intertrape.	BAJO
MESOZOICA	Formación Misiones	Arenisca fina a gruesa eólica con intercalaciones de silita y arcilla.	MEDIO
	Grupo Independencia	Areniscas rojas-violetas de grano fino a medio y areniscas de color gris verdoso.	ALTO
PALEOZOICA	Grupo Caacupé	Conglomerados con intercalaciones de areniscas arcóreas y areniscas gruesas.	MUY ALTO

Responsable:

Resp: Bruno Del Grossi Michelotto - Geógrafo - CREA 5063023308

Escala Gráfica

0 3 6 12 18km

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Mapa-Geologico-Proyecto-PAR-86-Texto-Explicativo.pdf>

Cliente:

Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.8.1.a

**Mapa de Potencial Espeleológico**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:250.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø

**Consultoria e Participações Ltda.**

Folha 3 de 3

explotadas que coinciden con la AID.

Esta consulta permitió la ubicación georreferenciada de los títulos mineros identificados en la faja de 500 m para cada lado del trazo (que incluye la franja de servidumbre de 70 m de ancho, 35 m para cada lado del eje de la LT) y obtener información sobre la fase de los procesos mineros en el Registro Minero, así como la identificación de los distritos donde se encuentran los polígonos. Esta recogida de datos se realizó en octubre / 2019.

Como resultado, se constató que en la AID solo hay 03 procesos mineros, que se muestran en el **Mapa 5.2.9.a - Mapa de Procesos de Exploración Minera**. La **Tabla 5.2.9.a**, a su vez, presenta datos de estos 03 procesos, destacando aquellos que coinciden con la franja de servidumbre (Área Directamente Afectada - ADA por el proyecto).

A partir de los datos de la **Tabla 5.2.9.a**, se puede ver que los 03 procesos mineros existentes en la AID se distribuyen en 04 (cuatro) distritos, a saber: Caaguazú, Repatriación, Capitán Mauricio José Troche y Paso Yobai. Dos de los tres procesos incidentes en la AID se refieren a más de un distrito, mientras que uno se limita solo al distrito de Paso Yobai. De los 03 procesos mineros, 02 se superponen a la franja de servidumbre (ADA).

Los procesos relacionados con la AID y ADA incluyen Permisos de Resolución y Aprobaciones del Comité de Evaluación.

De acuerdo con la Ley N° 3.180 / 2012, conocida como la Ley de Minería, se prevén ocho fases de autorizaciones para la cadena minera paraguaya, comenzando con la Fase de Prospección, pasando por la Exploración, Explotación, Beneficio, Fundición, Refinación, Transporte, hasta llegar a la fase de Comercialización, para las cuales se prevé la emisión de permisos por ley o resolución.

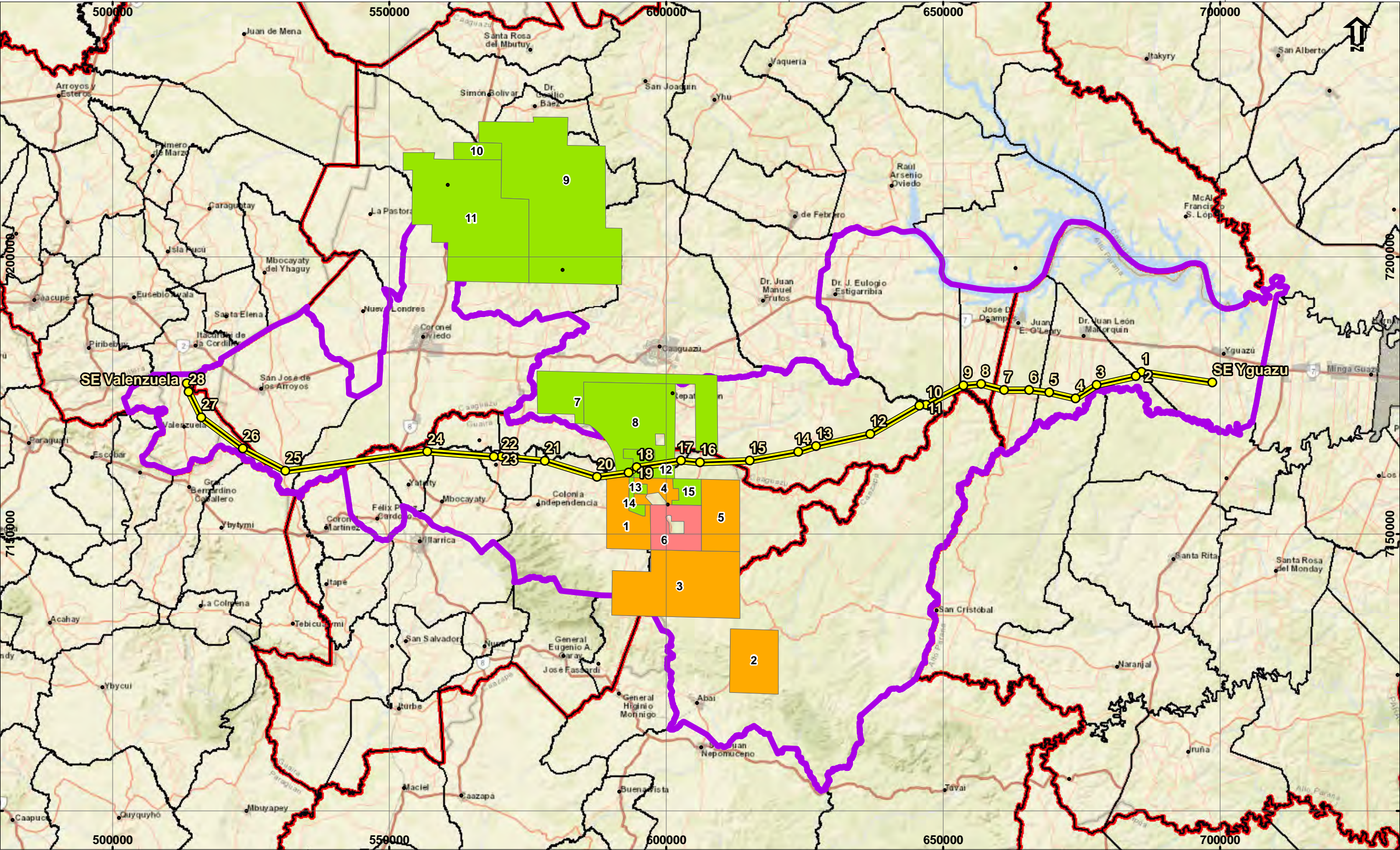
Sin embargo, la fase inicial del proceso de registro de la actividad minera primero pasa por un Comité de Evaluación, que es responsable de verificar que el oferente tenga las condiciones técnicas y financieras para proceder con todas las fases de la cadena minera. Después de la evaluación por el Comité de Evaluación, se emite un Permiso por Ley o Resolución, que inicia el proceso de prospección de minerales, y se emiten nuevas licencias a medida que el proponente avanza dentro de las diferentes fases de la cadena minera, lo que resulta en la emisión de la licencia de comercialización.

La única excepción a esta regla se refiere a la exploración de oro y piedras preciosas en áreas de hasta 10 hectáreas, para lo cual el comité de evaluación emite un permiso de resolución específico para el solicitante, que inicia la fase de prospección.

De acuerdo con las disposiciones de la Ley de Minería de Paraguay, se observa que los títulos mineros de la AID están en su mayoría con los Permisos de Resolución emitidos, mientras que solo 01 proceso está en fase de Evaluación por el Comité de Evaluación. De los procesos con Permisos emitidos por Resolución, 01 se encuentra en la fase de exploración y otro en la fase de prospección.

No fue posible identificar el uso de las sustancias indicadas en los procesos mineros en la AID y ADA del proyecto.





- Legenda**
- Ciudades
  - Vertices
  - LT 500 kV Yguazú - Valenzuela
  - Procesos de Exploración Minera**
  - Concesion por ley
  - Permisos por resolucion
  - Aprobado por comite de evaluacion
  - Área de Influencia Indirecta (AII) del Medio Socioeconómico
  - Sedes de Los distritos
  - Distritos
  - Departamentos

Legenda		Referencia	Empresa	Meu - Nº	Explotacion	Exploracion	Prospeccion	Area - (ha)
1	Aprobado por comite de evaluacion	G8-y2	Zeno Lonhi - Bloq 1,2,3	8746/10032016				17106
2	Aprobado por comite de evaluacion	H8-i	Mbyja asterion S.A	36374/11082017				10000
3	Aprobado por comite de evaluacion	H8-i3a	Aet Paraguay S.A					24800
4	Aprobado por comite de evaluacion	G8-b	Edgardo Lopez Dominguez	43950/8-11-2016				2653
5	Aprobado por comite de evaluacion	H8-i1	Zeno Lonhi - Bloq 1,2,3					17106
6	Concesion por ley	G8-h4b	Latin Mareican Minerals py S.A		2079/2003			5690
7	Permisos por resolucion	G8-d3-4	Aet Paraguay S.A				722 / 2016 - Prorr 148/2018	16485
8	Permisos por resolucion	G8-h2	Antartic Group S.A				620/2018	20758
9	Permisos por resolucion	G7-p	Piedra Rica Mining S.A			1386/13 por 2429/2018		90550
10	Permisos por resolucion	G7-k	Piedra Rica Mining S.A			1386/13 por 2429/2018		90550
11	Permisos por resolucion	G7-o	Piedra Rica Mining S.A			1386/13 por 2429/2018		90550
12	Permisos por resolucion	G8-a	Latin American Minerals Inc			2355/2015		2971
13	Permisos por resolucion	G8-d	Casa peninsula S.A			987/2018		500
14	Permisos por resolucion	G8-w	Casa peninsula S.A			1568/2017		500
15	Permisos por resolucion	H8-f	Latin American M (BI. A/B)			232/2015		2800
16	Permisos por resolucion	G8-c	Latin American M (BI. A/B)			232/2015		2800

Responsable: 

Resp: Renata Cristina Moretti nº CREA - 5060276362 JGP

Escala Gráfica

0 6 12 24 36km

Projeção UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Fuso 21 Sul

Fuente: Base Opem Street Map / CartoDB - Datasets by Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. Ministério de Obras Públicas y Comunicaciones. Vice Ministério de Minas y Energía - Catastro Mineiro

Cliente: 

Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental y social (EIAS)**  
**LT 500 kV Yguazú - Valenzuela**

Mapa 5.2.9.a

**Mapa de Procesos de Exploración Minera**

Data	Escala	Línea de Trans.	Rev.
OUT 2019	1:750.000	LT 500 kV Yguazú - Valenzuela	Ø





Tabla 5.2.9.a

Procesos mineros en el Área de Influencia Directa (AID) y en la franja de servidumbre (en gris) de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela

Leyenda	Tipo de aprobación	Referencia	Empresa	Nº M.E.Ur	Fase de Explotación	Fase de Exploración	Fase de Prospección	Sustancia	Área (ha)	Distrito
5	Aprobado por el Comité de Evaluación	H8-i1	Zeno Longhi – Bloq 1,2 3	-	-	-	-	Minerales metálicos, no metálicos, piedras preciosas y semipreciosas	17.106	Paso Yobai
8	Permiso por Resolución	G8-h2	Antartic Group S.A.	-	-	-	620/2018	Minerales metálicos, no metálicos, piedras preciosas y semipreciosas	20.758	Caaguazú, Repatriación, Capitán Mauricio José Troche, Paso Yobai
12	Permiso por Resolución	68-a	Latin American Minerals	-	-	2355/2015	-	Minerales metálicos y no metálicos (Oro)	2.971	Capitán Mauricio José Troche, Paso Yobai

### 5.3

#### Medio Biótico

#### 5.3.1

##### Vegetación y Flora

#### 5.3.1.1

##### Metodología

La caracterización de la vegetación y flora a ser afectada por el trazado de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela fue realizado principalmente en gabinete, consistiendo en el relevamiento y análisis de la información disponible sobre el trazado preliminar del proyecto y sus Áreas Influencia de Indirecta (AI) y Directa (AD), incluyendo el conocimiento previo del trazado y de los sitios más importantes para la diversidad biológica por parte de los profesionales involucrados.

Utilizando imágenes satelitales y archivos kmz detallados del trazado de la alternativa escogida, fue definida la cobertura vegetal y los diversos usos de la tierra en las áreas de influencia del proyecto, así como los ecosistemas y los sitios más críticos para los sistemas naturales. En 08 y 09 de agosto de 2019, fue realizado un recorrido sobre los sitios del proyecto con posibilidades para el acceso vehicular para el reconocimiento ambiental y social, lo que también embazó el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del AD y ADA, elaborado a partir de imágenes satelitales en ambiente SIG. Otros recorridos por la región fueron realizados por un miembro de la equipe, en febrero de 2019, noviembre y agosto 2018, julio de 2017, marzo de 2015 y entre marzo y setiembre de 2011.

#### 5.3.1.2

##### Área de Influencia Indirecta (AI)

##### *Histórico de ocupación y deforestación de la Región Oriental del Paraguay*

El proyecto está localizado en la Región Oriental del Paraguay, que contiene 14 departamentos y 210 municipios. Esa región ocupa el 39% del territorio nacional, con un territorio de 15.982.700 ha, y alberga al 97% de la población (SEAM, 2016).

En el año 1940, el 55% de esta superficie se encontraba cubierto de bosques húmedos, densos y continuos (SEAM, 2016). Sin embargo, desde la época colonial, la expansión de los asentamientos humanos y de la frontera agropecuaria se ha verificado a expensas de las tierras con campos naturales y luego a expensas de las tierras con masas boscosas, avance que fue intensificándose con el desarrollo de los procesos de colonización (FACETTI *et al.*, 2003). Estos autores describen que los procesos de conversión de las masas boscosas a sistemas implantados, especialmente para usos agropecuarios, han sido procesos violentos de destrucción y de quema de la masa boscosa.

El avance parcial en el desarrollo de la destrucción del bosque se encuentra señalado en las siguientes etapas:

LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y Subestaciones Asociadas		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Noviembre/2019	155

- Década del 60: La construcción de las carreteras y la tala de los bosques crean las condiciones aptas para la aparición de varias colonizaciones, especialmente en los lugares con potencial agrícola. Tanto en el norte, Concepción, como en el sur, Paraguarí hasta Itapúa, se presenta un crecimiento demográfico y se establecen las bases para un país agrícola. Desde 1945 y los siguientes 20 años, se explotan 1.763.000 ha de los bosques, lo que produce una reducción al 44% de la superficie boscosa de la Región Oriental (FACETTI *et al.*, 2003).
- Década del 70: Como resultado de los planes de desarrollo diseñados por el gobierno de entonces para la región, se construyeron dos carreteras principales para unir la capital Asunción con Ciudad del Este y Encarnación. El triángulo formado por dichas carreteras se transforma en una de las zonas de mayor intervención y de mayor importancia desde el punto de vista agropecuario. Las dos ciudades fronterizas mencionadas adquirieron un rol muy importante en la exportación de productos agropecuarios. Se registra un incremento en la afluencia de los colonos brasileños, lo cual deriva en el aumento poblacional y en la introducción del proceso de mecanización para el desmonte, tanto para el gran productor, así como también para el mediano y el pequeño. En este período, desaparecieron 1.550.000 ha de bosque y se reduce la superficie boscosa al 34% (FACETTI *et al.*, 2003).
- Década de los 80: La aparición de nuevas ciudades y municipios, acompañada de la mecanización agrícola, produce el mayor crecimiento demográfico registrado. Podría afirmarse que, en este lapso, se aplicó plenamente el modelo denominado “Revolución verde”. Casi a mediados de la década, se inicia un silencioso proceso de erosión hídrica, que pasa inadvertido para los productores. Así, en un período de 10 años se eliminan 2.000.000 ha de bosques. La superficie boscosa existente hasta entonces se reduce a menos del 25%, lo cual constituye la mayor extensión deforestada hasta ahora en una década (FACETTI *et al.*, 2003).
- Década de los 90: El modelo de desarrollo agropecuario sigue el esquema de crecimiento a costa de la fertilidad inicial de los bosques, permitiendo un aumento de la superficie agrícola, especialmente en las zonas este y sur de la región oriental, sumándose al escenario los intensos reclamos de tierra por parte de la población campesina, especialmente en los departamentos de San Pedro, Caaguazú y Canindeyú, generando una inestabilidad en la tenencia de la tierra (FACETTI *et al.*, 2003). Ante estos hechos, se producen escenarios complejos y acelerados como: algunos propietarios de grandes extensiones de tierra con coberturas boscosas inician desmontes de superficies extensas, quemando la biomasa sin un previo aprovechamiento, pero dando cumplimiento al errado concepto de tierras productivas y evitando que las mismas estén sujetas a la expropiación (FACETTI *et al.*, 2003); y la compra de grandes extensiones de tierras realizada por el Instituto de Bienestar Rural para las nuevas colonizaciones y asentamientos campesinos.

En todo este tiempo, el marco jurídico vigente (Estatuto Agrario) consideraba al bosque como “tierra improductiva”. Así la superficie que ha sufrido la práctica de desmonte se convierte en la “tierra productiva”. Este incentivo perverso generado por la política de desarrollo de entonces ha hecho que la masa boscosa con toda la rica biodiversidad que la contiene sea considerada sin valor y como un obstáculo para el desarrollo. Y se incrementa la oferta de madera, con una visión que abarca un plazo muy corto, no se planifica la extracción de los



recursos forestales y simplemente se acompaña las habilitaciones de las tierras con un plan de aprovechamiento de las especies maderables más valiosas (FACETTI *et al.*, 2003).

Con la apertura de las nuevas vías de acceso, el desmonte se incrementa en todo el territorio nacional. En el año 1992, el Servicio Forestal Nacional (SFN) implementa tardíamente los aprovechamientos previos al desmonte bajo un instrumento técnico más sostenible, estructurado en los Planes de Ordenamiento Forestal. Sin embargo, la cobertura de cumplimiento es baja (FACETTI *et al.*, 2003).

Se incrementa la superficie de las tierras abandonadas (Kokueré) y de las tierras en descanso (barbechos). Los productores empiezan a buscar nuevas tierras a habilitar, debido a la disminución de la fertilidad de los suelos, sin seguir criterio alguno en la planificación del uso de la tierra. Las altas precipitaciones en suelos poco cubiertos incrementan los procesos erosivos. Así, en el año 1991, se cuenta con aproximadamente 500.000 ha de tierras en barbecho y Kokueré y tasas de erosión de suelos de 20 a 80 toneladas/ha/año. Como respuesta, el gobierno nacional, apoyado por la cooperación internacional de la GTZ, implementa uno de los proyectos, hasta la fecha, más exitosos en la conservación de suelos. Este evento es relevante debido al hecho de representar la capitalización de la experiencia generada en casi una década, relativamente corto tiempo, con una rápida transformación del modelo productivo, en el que, si bien el problema es la externalidad negativa de la producción agrícola (erosión del suelo), el productor y los técnicos focalizan el problema en la “baja productividad”, optando por la estrategia y la necesidad de cambio del sistema productivo mecanizado tradicional por un nuevo sistema que permitiera disminuir significativamente los procesos erosivos e incrementar la productividad de los cultivos, mediante sistemas de siembra directa, sembrar sin arar. De este modo, en 10 años, desde finales de la década hasta principios del año 2000, se ha logrado la explotación de 1.200.000 ha bajo el sistema de siembra directa (FACETTI *et al.*, 2003).

Si bien el sector agropecuario ha intentado con éxito el cambio en el modelo de producción agrícola, reduciendo algunas externalidades negativas y con amplia difusión en áreas de la agricultura empresarial, el avance de la tecnología en fincas de pequeños productores y en sistemas de producción ganadera es aún incipiente (FACETTI *et al.*, 2003).

- El nuevo milenio: Al finalizar la década de los 90, se inicia el nuevo milenio con un resultado: Paraguay, el país con una de las más altas tasas de deforestación en Latinoamérica, con bosques que, en su origen presentaron las características de tipo alto y denso, y que a partir de diferentes modificaciones, pasando por extracciones selectivas, conversiones y desapariciones de su masa, ha quedado en la actualidad con superficies boscosas remanentes, discontinuas y altamente fragmentadas. Diferentes autores han y siguen cuantificando su extensión, arrojando resultados atendiendo a los diferentes objetivos, escalas de trabajo, cartografías y metodologías implementadas. Sin embargo, existe una constante en la tasa de deforestación y en la disminución del bosque alto a medio denso que a la fecha abarcaría un poco más de 700.000 ha (SFN-JICA, 1999 *apud* FACETTI *et al.* 2003), que presentaría un volumen de entre 50 a 80 m<sup>3</sup>/ha, y que, en el mejor de los escenarios, representaría un stock de madera de 56.000.000 m<sup>3</sup> en total.

Las demás superficies boscosas remanentes, discontinuas y altamente fragmentadas presentan rangos de 1.300.000 ha a 2.900.000 ha (WWF, 2014; SFN-JICA, 1999 *apud* FACETTI *et al.*, 2003). Lo relevante no es sólo la exacta cantidad de bosque fragmentado remanente, sino que además demuestra que han sido intervenidas en diferentes oportunidades, con distintos grados de extracción; entonces el stock de maderas en el bosque ha disminuido significativamente, por lo que necesariamente las tasas de crecimiento anual han variado y la formación forestal requiere de un tiempo (descanso) para su recuperación (FACETTI *et al.*, 2003).

Es importante mencionar que el Paraguay cuenta con la Ley N° 5.045/2013, que modifica los Artículos 2° y 3° de la Ley N° 2.524/2004, de prohibición en la región oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques, modificada por la Ley N° 3.139/2006 y ampliada por la Ley N° 3.663/2008, la misma vigente hasta el año 2018. Esta ley, como su nombre lo indica, prohíbe realizar actividades de conversión o transformación de superficies con cobertura de bosques a superficies destinadas al aprovechamiento agropecuarias en cualquiera de sus modalidades o a superficies destinadas a asentamientos humanos.

Si bien esta ley permitió la reducción en la Región Oriental de aproximadamente un 80% de la tasa de deforestación que, para el año 2002, era de 110.000 ha/año (FAO, 2003 *apud* FACETTI *et al.*, 2003), lo que equivale a un promedio de 9.200 ha/mes, no ha logrado evitar la deforestación a cero para lo cual fue creada (WWF, 2014), y sus detractores arguyen que solo ha desplazado la deforestación al Chaco, pero de ninguna manera ha solucionado el problema de cambio de uso de suelo. De hecho, el informe de FAO (2015) señala que la tasa de deforestación anual para el periodo comprendido entre los años 1990 y 2011 es 325.000 ha/año, para todo el país.

### **Caracterización de la vegetación**

En el AII de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela, se encuentran remanentes de vegetación boscosa y no boscosa, además de zonas de agrosistemas.

La caracterización de la **Vegetación Boscosa** es reseñada a continuación con base en el trabajo de Mereles (2007). En los bosques, las especies superan los 5 m de altura; en su estructura vertical, aparecen escasamente estratificados, con no más de 3-4 estratos de vegetación, llegando el dosel primario o mayor a unos 25 m de altura como máximo y solamente en algunos remanentes. En la mayor parte de ellos, la altura de los árboles del primer dosel ya no sobrepasa los 15-18 m. En su estructura horizontal, se presentan varias formas de vida, como ser: herbáceas varias, arbustos, lianas, epífitas y árboles. Según el sitio geográfico en donde se encuentran, pueden ser:

- **Bosques Sub-húmedos y Semicaducifolios**

Se desarrollan con una precipitación que no superan los 1.700 mm, sobre suelos francos a franco-arenosos. Pierden sus hojas en forma parcial o a veces total, a los efectos de la floración. Se estima que más del 50% de las especies leñosas pierden sus hojas al menos una vez en el año.

LT 500 kV Yguazú – Valenzuela y Subestaciones Asociadas		
Estudio de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Noviembre/2019	158

Poseen entre 3 a 4 estratos de vegetación, con lianas y epífitas en su interior. Aparecen en el centro de la Región Oriental y los actuales remanentes representativos son la Reserva de Recursos Manejados Ybytyruzú y el Parque Nacional Ybycuí, la primera ubicada en el Departamento de Guairá y la segunda en el de la Cordillera.

Las especies preponderantes en este bosque pueden verse en la **Tabla 5.3.1.2.a**.

**Tabla 5.3.1.2.a**

**Especies preponderantes en los Bosques Sub-húmedos y Semicaducifolios**

Nombre científico	Nombre vernacular
<i>Albizia niopoides</i>	ibyrá jhú
<i>Allophylus edulis</i>	cocú
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	curupa'y curú
<i>Apuleia leiocarpa</i>	ibyrá peré
<i>Astronium balansae</i>	urunde'y
<i>Chloroleucon tenuiflorus</i>	tataré
<i>Cordia glabrata</i>	petereby morotí
<i>Copaifera langdorsfii</i>	cupa'y
<i>Eugenia uniflora</i>	ñangapiry
<i>Guarea kunthiana</i>	yrapé rupá
<i>Jacaratia spinosa</i>	jacarati'á
<i>Patagonula americana</i>	guayaybí
<i>Peltophorum dubium</i>	ibyrá pytá
<i>Protium heptaphyllum</i>	ibyrá ysy
<i>Sorocea bonplandii</i>	ñandypa'í
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	lapacho, tajy
<i>Xylopia brasiliensis</i>	ibyrá catú

Fuente: Mereles (2007).

- Bosques Húmedos y Semicaducifolios**

Son aquellos que se desarrollan entre 1.700 y 2.000 mm de precipitación media anual. Son los denominados “bosques paranaenses” o “Bosque Atlántico del Alto Paraná”, de los que restan sino remanentes boscosos, entre los que sobresalen: la Reserva de Biosfera del Bosque Mbaracayú, en el Departamento de Canindeyú, los bosques de la Reserva de Recursos Manejados San Rafael, entre los Departamentos de Caazapá e Itapúa, y los del Parque Nacional Caazapá, en el Departamento del mismo nombre, así como otras reservas particulares en la Región Oriental.

Se caracterizan por tener entre 4-5 estratos de vegetación, con abundantes lianas y epífitas. Son muy similar a los bosques sub-húmedos, pero con una mayor densidad de la vegetación y donde aproximadamente el 30% de las especies leñosas son deciduales. Ambos bosques comparten especies leñosas características, algunas resultan más representativas para el bosque húmedo (ver **Tabla 5.3.1.2.b**).



Tabla 5.3.1.2.b

## Especies preponderantes en los Bosques Húmedos y Semicaducifolios

Nombre científico	Nombre vernacular
<i>Alsophilla cuspidata</i>	“chachí”
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	“guatambú”
<i>Cedrela tubiflora</i>	cedro
<i>Cordia trichotoma</i>	peterevy
<i>Chrisophyllum gonocarpum</i>	agua’í
<i>Didimopanax morototoni</i>	amba’y guasú
<i>Euterpe edulis</i>	palmito
<i>Holocalyx balansae</i>	ibyrá pepé
<i>Machaerium stipitatum</i>	ysapu morotí
<i>Miltonia flavesces</i>	ca’í pacobá
<i>Myrocarpus frondosus</i>	incienso
<i>Ocotea puberula</i>	laurel guaycá
<i>Oncidium pumilum</i>	-
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	pindó
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	lapacho, taji

Fuente: Mereles (2007).



Foto 01: Bosque Húmedo Semicaducifolio en las cercanías de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela (Autor: JGP Consultoría).

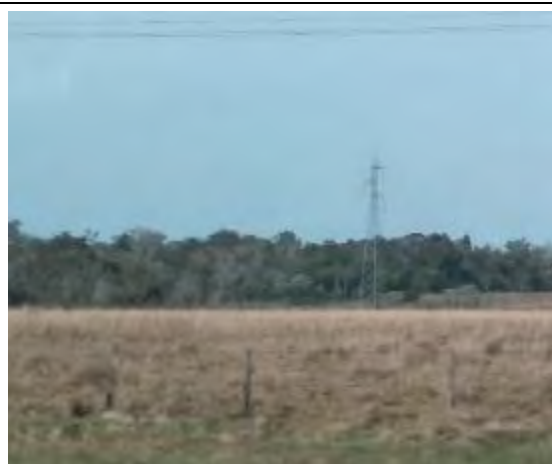


Foto 02: Bosque Húmedo Semicaducifolio (al fondo) en las cercanías del proyecto (Autor: JGP Consultoría).

- Bosques Higrófilos Ribereños (o de Galería) y Bosques Anegables**

Son formaciones ligadas al agua, sea de las inundaciones o de las lluvias. Según el caso, se desarrollan a lo largo de los grandes pótamos (Paraná y Paraguay), ríos de menor caudal, arroyos y otros cuerpos de agua, permanentes o temporarios, como las lagunas, los riachos y las aguadas varias.

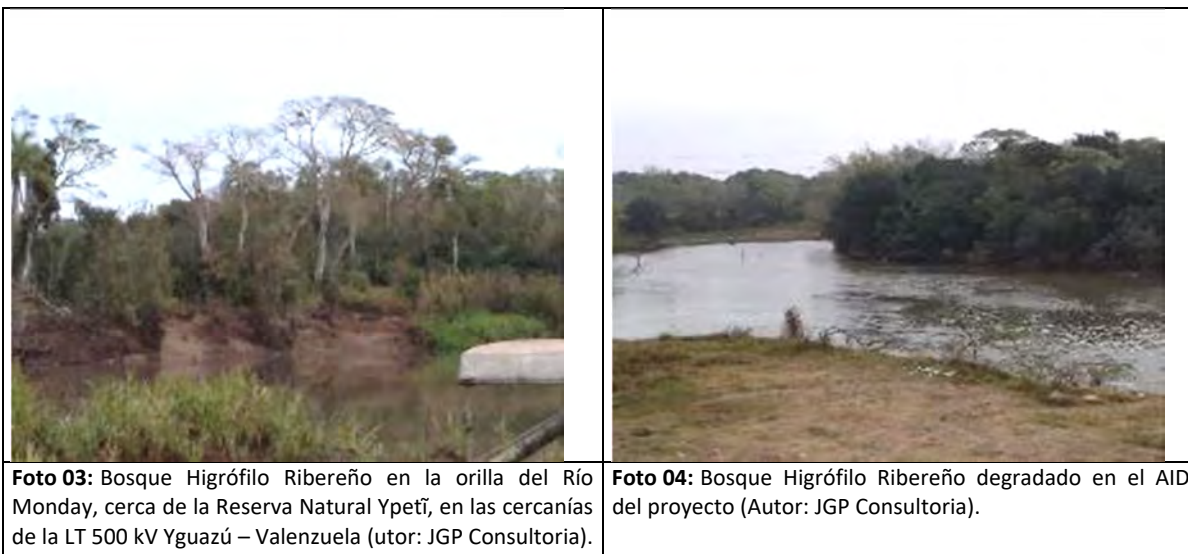
Algunas especies son plásticas y comunes en ambas regiones naturales, en tanto que otras tienen preferencia marcada por algún tipo de sustrato, como los que se encuentran en la Región Occidental. Son típicas las especies que pueden verse en la **Tabla 5.3.1.2.c**.

**Tabla 5.3.1.2.c**

**Especies preponderantes en los Bosques Higrófilos Ribereños (o de Galería) y Bosques Anegables**

Nombre científico	Nombre vernacular
<i>Albizia inundata</i>	timbóy
<i>Aporosella chacoensis</i>	-
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	palo blanco
<i>Celtis pubescens</i>	yuary
<i>Crataeva tapia</i>	payaguá naranja, yacaré pito
<i>Chloroleucon tenuiflorus</i>	tataré
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	picasú rembi'ú
<i>Croton urucurana</i>	sangre de drago
<i>Cynometra bauhinifolia</i>	-
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	timbó
<i>Eritrina crista-galli</i>	ceibo
<i>Geoffroea decorticans</i>	chañar
<i>Geoffroea spinosa</i>	-
<i>Inga verna spp affinis</i>	-
<i>Inga uruguensis</i>	ingá
<i>Ocotea dyospirifolia</i>	laurel
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	palo lanza
<i>Prosopis ruscifolia</i>	vinal, viñal
<i>Salix humboldtiana var. martiana</i>	sauce criollo
<i>Senna scabriuscula</i>	-
<i>Tabebuia nodosa</i>	labón
<i>Tessaria integrifolia</i>	palo bobo
<i>Sapium haematospermum</i>	curupica'y
<i>Vitex megapotamica</i>	tarumá
<i>Vochysia tucanorum</i>	cuati'y

**Fuente:** Mereles (2007).



Las formaciones vegetales **no forestales** son descritas a continuación a partir de trabajos realizados en esas regiones en ocasión de otro estudio de análisis de vegetación realizada para una línea de transmisión en la porción distal de la presente línea en análisis (ENVIRON INTERNATIONAL CORPORATION, 2012).

- **Sabana Cerradoide**

Son sabanas de una fisionomía similar al Cerrado, pero que no presentan necesariamente elementos florísticamente típicos del Cerrado *sensu stricto*. Incluyen formaciones sabanoides hasta arbóreo-arbustivas que se localizan en las cimas de las serranías, en sitios con rocas expuestas, suelos arenosos muy profundos o suelos esqueléticos y superficiales, en sitios con sobrepastoreo o donde el fuego actúa como propagador de estas formaciones. Los suelos, por lo general, presentan elevada acidez por la presencia de óxido de hierro y aluminio. Son frecuentes en las serranías de la Cordillera de los Altos y particularmente entre las zonas altas de Itacurubí de la Cordillera, Valenzuela y General Bernardino Caballero, en la zona de intervención del proyecto para la construcción de una subestación.

Constituyen sabanas con isletas de árboles que se agrupan cada tanto, dejando grandes espacios ocupados por hierbas, por lo general rizomatosas y sufruticosas, y frecuentemente también algunas palmeras, acaules o no, propias de este tipo de formación. Las islas de árboles y arbustos, que no sobrepasan los 3-4 m de altura sino excepcionalmente, pueden ser más densas, conformando los denominados “cerradones” o cerrados transicionales hacia formaciones boscosas, en donde la vegetación arbórea domina sobre los campos, o más abiertas, conformando los denominados “campos cerrados”, en donde los campos con herbazales dominan sobre la vegetación leñosa. Frecuentemente, muchas especies herbáceas presentan xilopodios, rizomas, bulbos y otros órganos subterráneos y las leñosas y arbustivas poseen cortezas suberificadas y



tallos tortuosos, lo que ayuda a las especies a soportar elevadas temperaturas durante las quemas que son frecuentes.

Las especies más frecuentes son: yata'í poñy (*Allagoptera leucocalyx*), caju'ra (*Anacardium humile*), kurupa'y kurú (*Anadenanthera colubrina*), araticú guasu (*Annona amambayensis*), araticú ñu (*Annona dioica*), yataí (*Butia paraguayensis*), niño azoté (*Calliandra brevicaulis*), aguará yu'á (*Caryocar brasiliense*), tuna (*Cereus stenogonus*), mandyjú sayjú (*Cochlospermum regium*), *Commiphora leptophloeos*, kupa'y (*Copaifera langsdorfii*), *Eriotheca gracilipes*, rosa del campo (*Gomphrena macrocephala*), *Helicteres guazumifolia*, *Hymenaea coubaril*, carová'í (*Jacaranda decurrens*), *Magonia pubescens*, *Mandevilla polhyana*, eiruzú ca'á (*Macrosiphonia petraea*), *Mimosa dolens*, *Pavonia edouardii*, *Pseudobombax tomentosum*, *Riedeliella graciliflora*, *Senna paradyction*, *Sida cerradoensis*, *Simira sampaioana*, *Sterculia striata*, coquillo (*Syagrus petraea*), tajy say'yú (*Tabebuia ochracea*), *Taccarum weddellianum*, árnica del campo o falsa árnica (*Viguiera linearifolia*), *Zeyheria tuberculosa* y *Zornia crinita*.

- **Sabanas con predominancia de Palma de Coco Paraguayo o Mbocajá**

Son formaciones también sabanoides como la anterior, que ocurren en los sitios antropizados de cerrados y sabanas, sobre suelos arenosos muy profundos, en sitios con sobrepastoreo o donde el fuego actúa como propagador de estas formaciones. Los suelos por lo general presentan elevada acidez por la presencia de óxido de hierro. Son frecuentes en las serranías de la Cordillera de los Altos y particularmente entre Itacurubí de la Cordillera, Valenzuela y General Bernardino Caballero y en las sabanas alteradas de la cuenca alta del Arroyo Yhaguy, en la zona de intervención del proyecto para la construcción de una subestación.

La especie dominante en el dosel arbóreo la compone exclusivamente el mbocayá (*Acrocomia aculeata*). La vegetación del estrato herbáceo la componen varias especies de compuestas y algunas poáceas ruderales, esta constituye una formación antrópica. Ocurren además especies pioneras como y de indicadoras de lugares modificados, como: *Cecropia pachystachya*, *Solanum granulosum-leprosum*, *Solanum sisymbriifolium*, *Psidium guajava*, *Gomphrena celosioides*, *Pffafia* sp. y *Senecio grisebachii*. Otras especies presentes son: *Buddleja tubiflora*, *Schizachirium condensatum*, *Sapium haematospermum*, *Andropogon lateralis*, *Baccharis dracunculifolia*, *Adelia* aff. *membranifolia*, *Cyperus* sp., *Solanum palinacanthum*, *Bulbostylis major*, *Eryngium* sp., *Pterocaulon polystachyum*, *Casearia sylvestris* var. *sylvestris*, *Ficus enormis*, *Lygodium volubile*, *Inga affinis*, *Cyperus laxus* y *Pteridium arachnoideum*. Se registra presencia de termiteros, indicando una fuerte presión por sobre-pastoreo.



**Foto 05:** Sabana degradada en el AID de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela (Autor: JGP Consultoria).



**Foto 06:** Sabana degradada en el AID del proyecto, cerca del vértice 19 (Autor: JGP Consultoria).

- **Humedales (esteros, pirizales y pastizales encharcados o saturados de agua)**

Son comunidades desarrolladas sobre suelo limoso permanentemente inundado. La vegetación característica está compuesta por especies palustres y acuáticas como: *Paspalum repens*, *Sporobolus* sp., guaho (*Thalia geniculata*) conformando poblaciones densas, totora (*Typha domingensis*), piri guasu (*Cyperus giganteus*), saeta (*Sagittaria* sp.), *Rynchospora corymbosa* y *Echinodorus* sp. Otras especies presentes en los sitios modificados son: *Inga marginata*, *Ludwigia* sp., *Eryngium floribundum*, *Sapium haematospermum*, *Coleataenia prionitis*, *Sida cordifolia*, *Ruellia* sp., *Psidium guajava*, *Solanum palinacanthum*, *Casearia sylvestris* var. *sylyvestris* y *Echinodorus* sp.



**Foto 07:** Humedal cerca del río Monday, próximo de la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela (Autor: JGP Consultoria).



**Foto 08:** Humedal cerca del río Monday, próximo al proyecto (Autor: JGP Consultoria).

- **Roquedales**

Son formaciones de serranías que presentan roca desnuda, ya sea con origen natural o áreas que fueron antropizadas por la extracción de recursos dendroenergéticos o por la acción de los fuegos que fueron promoviendo la regresión de áreas vegetadas y la expansión de áreas invadidas por especies exóticas invasoras.

Aquellas áreas con roquedales naturales presentan vegetación compuesta por: espartillo (*Elionurus muticus*), caraguataí (*Dyckia* sp.) y varias especies de la familia Cactaceae, generalmente endémicas a estas regiones de serranías del país. Estos roquedales representan también hábitats importantes para varias especies del orden Squamata (reptiles), por lo general con distribución restringida a este tipo de hábitats. Se localizan hacia la porción distal de la LT, específicamente en la zona de serranías en Valenzuela.

Los **Agroecosistemas** presentes en la zona de influencia son:

- **Campos con agricultura de escala (mecanizada)**

A partir de mediados de la década de los años 80, comenzaron a expandirse en la región este del país, especialmente en los municipios de Alto Paraná y Caaguazú. A partir de los años 90, muchas zonas tradicionalmente ocupadas por campos ganaderos naturales e implantados fueron sustituidas por parcelas agrícolas en toda la región de Caaguazú, hacia la cuenca del Río Paraguay, donde todavía se pueden encontrar zonas con campos ganaderos y agricultura en las zonas de Guairá, Paraguairí y Cordillera. Actualmente son realizadas actividades de agricultura de renta con rubros tales como soja, maíz y trigo, además de la agricultura tradicional en pequeñas parcelas, desarrolladas principalmente entre Valenzuela, Caballero, Yataity. Los rubros de subsistencia son mandioca, poroto, maíz, batata, entre otras. En la zona de Dr. Botrell, Mauricio J. Troche, Natalicio Talavera, Independencia, Paso Yobai y Repatriación, se verifican agricultura de caña de azúcar, agricultura de subsistencia y ganadería. En Paso Yobai, se registra, en la actualidad, intensa actividad minera aurífera.

Un polo agrícola de renta de reciente establecimiento es en los alrededores de Caaguazú, con rubros tales como girasol, maíz y soja. También se debe mencionar que, por el aumento de la demanda de agrocombustibles y azúcar, las áreas con cultivos de caña de azúcar se han expandido en los últimos años en los departamentos de Paraguairí, Cordillera, Guairá y sur de Caaguazú y por toda el área del Alto Paraná.

- **Potreros con pasturas introducidas**

Las zonas ganaderas predominan entre Valenzuela en Cordillera, los distritos de Caaguazú e Independencia, en Guairá, al este. Principalmente se registran zonas con potreros para ganadería de vacunos con pasturas conocidas comúnmente como brachiarias (*Urochloa brizantha*), mezcladas con potreros con cobertura de pastos naturales, como espartillares (*Elionurus muticus*).



- **Mosaicos antrópicos**

Los principales mosaicos antrópicos con usos ganaderos y agrícolas se encuentran en los departamentos de Cordillera, Guairá y Caaguazú y en las ciudades al sur de la Ruta 2 (Mariscal Estigarribia), que se encuentran en el AI de la línea de transmisión.

Las principales fuentes secundarias de información sobre la flora de la región donde se ubica la LT 500 kV Yguazú-Valenzuela son los planes de manejo de la Reserva Natural Ypetí (PAYCO, FMB & RPCTP, 2018), de la Reserva de Recursos Manejados Ybytyruzú (ITAIPU BINACIONAL, 2016) y del Parque Nacional Ybycuí (FCA-UNA, 2015), la primera localizada en la ecorregión del Alto Paraná y los dos últimos en la ecorregión de la Selva Central. Las **Tablas 5.3.1.2.d, 5.3.1.2.e y 5.3.1.2.f (Anexo 1)** contienen los listados de especies de flora registrados por dichos estudios, respectivamente.

#### **Cuantificación de hábitats naturales en el AI**

Con base en *shapefiles* oficiales de órganos gubernamentales (MADES, INFONA, DGEEC y antigua SEAM), el trabajo de medición de superficies de hábitats naturales en el AI de la LT resultó en los valores observados en la **Tabla 5.3.1.2.g**, donde se verifica que los humedales representan el 24,44% del AI y los bosques, el 14,07%.

**Tabla 5.3.1.2.g**

**Cuantificación de hábitats naturales, por ecorregiones, atravesados por la LT 500 kV Yguazú – Valenzuela en Área de Influencia Indirecta (AI)**

AI (5 km a cada lado del trazado)	Ecorregiones			Total
	Litoral Central	Selva Central	Alto Paraná	
<b>Superficie total de AI (ha)</b>	<b>55.824,38</b>	<b>110.520,07</b>	<b>76.798,17</b>	<b>243.142,62</b>
Porcentaje	22,96%	45,45%	31,59%	100,00%
<b>Bosque en AI (ha)</b>	<b>6.286,47</b>	<b>16.031,11</b>	<b>11.892,79</b>	<b>34.210,37</b>
Porcentaje de bosque con relación a superficie de ecorregiones en AI	11,26%	14,51%	15,49%	14,07%
<b>Humedales (ha)</b>	<b>22.066,40</b>	<b>5.724,97</b>	<b>31.627,88</b>	<b>59.419,25</b>
Porcentaje de humedales con relación a superficie de ecorregiones en AI	9,08%	2,35%	13,01%	24,44%

**Basado en:** MADES (2017) y INFONA (2019) (*shapefile* de cobertura forestal), MADES (2019) (*shapefiles* oficiales de humedales y cursos hídricos), DGEEC (2012) (*shapefile* de división geopolítica de Paraguay), Resolución N° 614/13 SEAM (*shapefile* de ecorregiones del Paraguay).

### 5.3.1.3

#### Área de Influencia Directa (AID)

##### *Mapeo y cuantificación de la cobertura vegetal y uso de la tierra en el AID*

El mapa de cobertura vegetal y uso del suelo del AID de la LT 500 kV Yguazú - Valenzuela puede verse en el **Mapa 5.3.1.3.a** y la cuantificación de la superficie de de sus categorías de mapeo (en hectáreas) en la **Tabla 5.3.1.3.a**.

El AID está inserida en una región fuertemente antropizada, donde, a pesar de la superficie total de vegetación nativa ser considerable (11.206,47 ha o 56,46% del AID), los remanentes de vegetación se encuentran, en general, bastante fragmentos y en diferentes grados de intervención, pero de forma general degradados.

La cobertura vegetal nativa está representada principalmente por formaciones no forestales, la Sabana (5.430,31 ha o 27,36% del AID) y los Humedales (2.800,88 ha o 14,11%). Las superficies del Bosque Higrófilo Ribereño o de Galería y del Bosque Húmedo Semicaducifolio corresponden respectivamente a 1.686,84 ha (8,50%) y 1.286,97 ha (6,48%). Todos esos tipos de vegetación se encuentran a lo largo de todo el AID.

La categoría denominada de “Sabana” incluye la Sabana Cerradoide, que se encuentra en la porción occidental del tramo, en la ecorregión Litoral Central, sobre colinas suaves, y también las Sabanas con predominancia de Palma de Coco Paraguayo o Mbocajá, que están más dispersas, ocupando toda la porción de la ecorregión Selva Central. Los Bosques Sub-húmedos y Semicaducifolios y los Roquedales, presentes en el AID, no han sido mapeados en el AID del proyecto.

La mitad oriental del AID (parte de la ecorregión de la Selva Central y el Alto Paraná) está más degradada que la porción más occidental (ecorregión del Litoral Central y parte de la Selva Central). En esta última, hay grandes superficies de Humedales y Sabana. Gran parte de los remanentes de vegetación nativa están asociados a los diversos cursos de agua que atraviesan el AID o a suelos mal drenados asociados, principalmente el Bosque Higrófilo Ribereño y los Humedales, pero también la Sabana.

Los dos fragmentos de Bosque Húmedo Semicaducifolio más relevantes del AID se localizan entre los vértices 15 y 16 y entre el 17 y 18, en la ecorregión de la Selva Central. La región que concentra los mayores fragmentos de Bosque Higrófilo Ribereño o de Galería están entre los vértices 20 a 27, en la Selva Central, en general asociados al río Tebicuary Mí. Sin embargo, excepto por los bosques de la Reserva Natural Ypeti, los demás fragmentos forestales del AID se encuentran muy fragmentados y degradados y tenderían a desaparecer con el transcurso del tiempo.

Se debe destacar que el 9,81% del AID se encuentra dentro de Zona de Policía, la mayor parte con cobertura vegetal nativa. Aproximadamente 39% del AID están representados por agricultura mecanizada, agricultura familiar, barbecho o pastos.