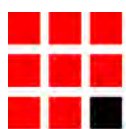




6.0 Análisis de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales del Proyecto



JGP

**Consultoria e
Participações Ltda.**

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

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

6.0 Análisis de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales del Proyecto	1
6.1 Identificación y Caracterización de los Impactos	1
6.1.1 Referencia Metodológica General	1
6.1.2 Acciones Impactantes	6
6.1.3 Identificación de Impactos Potenciales y Análisis de los Impactos Resultantes	16
6.1.3.1 Medio Físico	18
6.1.3.2 Medio Biótico	53
6.1.3.3 Medio Socioeconómico	58
6.1.4 Identificación de Riesgos Asociados al Proyecto	92
6.1.4.1 Medio Físico	93
6.1.4.2 Medio Biótico	100
6.1.4.3 Medio Socioeconómico	104
6.1.5 Identificación y Evaluación de Impactos Acumulativos	122
6.1.6 Riesgos de Desastres Naturales y Cambio Climático	141

6.0

Análisis de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales del Proyecto

6.1

Identificación y Caracterización de los Impactos

6.1.1

Referencia Metodológica General

Este EIAS utilizó una metodología de evaluación de impactos bien establecida, basada en la literatura técnica y el estado actual del arte a nivel internacional. Las referencias bibliográficas como los trabajos de Sánchez (2006), Morgan (1998), Porter & Fittipaldi (1998), Canter (1996), Wood (1995), Morris & Therivel (1995), Turnbull (1992), Banco Mundial (1991), EPA (1999) y Gertler *et al.* (2016) fueron la base para la estructuración metodológica de esta evaluación.

A partir de las características técnicas del proyecto y los resultados obtenidos durante la etapa de diagnóstico (línea de base), se identificaron y evaluaron los impactos y riesgos ambientales y sociales.

Según la definición de las Normas de desempeño de la CFI sobre Sostenibilidad Ambiental y Social (CFI, 2012), los impactos ambientales y sociales se refieren a cualquier cambio, potencial o real, en el medio físico, natural o cultural y en la comunidad circundante o en los trabajadores resultantes del proyecto.

Los riesgos ambientales y sociales, a su vez, son una combinación de la probabilidad de que ocurra un determinado peligro y la gravedad de los impactos derivados de tal ocurrencia.

Los principales pasos metodológicos desarrollados en este EIAS se describen a continuación.

En primer lugar, se identificaron todas las acciones impactantes de las fases de planificación, implementación y operación del proyecto, que pueden causar cambios sociales, económicos, culturales y ambientales o que requerirán la apropiación / uso de recursos naturales o infraestructura y servicios públicos disponibles. La descripción de cada acción (ver **Sección 6.1.2**) se basó en la información sobre el proyecto y sus procedimientos constructivos y operativos presentados en el **Capítulo 2.0** (Descripción del Proyecto).

Los componentes ambientales considerados susceptibles de ser afectados son:

C.1 - Componentes del Medio Físico

- C.1.01 - Suelo / Relieve
- C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos
- C.1.03 – Clima y Calidad del aire

C.2 - Componentes del Medio Biótico

- C.2.01 - Flora y Vegetación
- C.2.02 - Fauna

C.3 - Componentes del Medio Socioeconómico

- C.3.01 - Empleo y economía local
- C.3.02 - Infraestructura, equipamiento social y servicios públicos
- C.3.03 - Salud y seguridad de la comunidad y de los trabajadores
- C.3.04 - Calidad de vida de la población
- C.3.05 - Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico

Las Áreas Silvestres Protegidas y las Comunidades Indígenas no se consideraron componentes potencialmente impactables porque el proyecto no interfiere con ninguna área o territorio, en el segundo caso, que se encuentren así delimitados.

A partir del análisis e interpretación de las relaciones entre las acciones impactantes y los componentes ambientales identificados, se han establecido los posibles riesgos y los impactos asociados con el proyecto (**Sección 6.1.3**), es decir, aquellos que pueden preverse razonablemente y que es probable que ocurran.

Con base en la descripción y el análisis de cada impacto potencial, y de acuerdo con las especificidades legales requeridas bajo este EIAS, las medidas ambientales se clasificaron como preventivas, de mitigación, de control y monitoreo y compensatorias, como se presenta en el Plan de Gestión Ambiental y Social - PGAS del **Capítulo 7.0**.

Las medidas preventivas se refieren a todas las acciones planificadas para garantizar que se puedan evitar los riesgos e impactos potenciales previamente identificados.

Las medidas de mitigación son aquellas destinadas a garantizar la prevención o minimización de la intensidad de los impactos identificados. Por lo tanto, las medidas preventivas y de mitigación tienden a incorporarse a las prácticas de ingeniería actuales, a menudo convirtiéndose en estándares técnicos o requisitos legales. La garantía de que las obras se ejecutarán siguiendo estas medidas viene dada por los compromisos asumidos por el EIAS, la incorporación de requisitos de controles ambientales en la fabricación de los equipos y por la inspección posterior, de ahí la importancia de las medidas de control y monitoreo.

Las medidas de monitoreo son diseñadas para medir la eficacia de las medidas de mitigación y demostrar el cumplimiento de los requisitos legales y también de los acuerdos contractuales.

Las medidas compensatorias, por otro lado, se refieren a formas de compensar los impactos negativos que no se pueden mitigar o que no se pueden controlar y revertir mediante otro tipo de medidas.

En el caso de los impactos positivos, las medidas propuestas tienen como objetivo mejorar sus efectos beneficiosos.

Las medidas propuestas están estructuradas en Programas Ambientales y Sociales que conforman el PGAS para las etapas de construcción y operación del proyecto. La agrupación de medidas en los Programas tiene como objetivo hacerlos operativos y facilitar su gestión.

Todos los impactos potenciales del proyecto se cruzaron con las medidas preventivas, de

mitigación, de control y compensatorias incluidas en el diseño del proyecto y las propuestas en el PGAS para garantizar que todos estuvieran cubiertos por alguna medida o alguna forma de prevención, mitigación, control y compensación.

El objetivo de la evaluación de impactos y riesgos detallada es calificar y cuantificar (cuando sea posible) el impacto resultante, es decir, el impacto residual que puede materializarse incluso después de la implementación efectiva de las medidas del PGAS.

Teniendo en cuenta la aplicación y la efectividad de los programas ambientales y sociales propuestos, y respectivas medidas preventivas incluidas en el diseño del proyecto, se evaluaron los impactos resultantes, que se calificaron de acuerdo con un conjunto de atributos seleccionados en función del estado del arte de los métodos de evaluación de impacto ambiental, como se presenta a continuación. Los atributos considerados fueron los siguientes:

- Naturaleza de los impactos (positivos o negativos)
- Localización y espacialización
- Etapa de ocurrencia
- Incidencia (directa o indirecta)
- Temporalidad - Inducción
- Temporalidad - Duración
- Reversibilidad
- Probabilidad
- Magnitud (antes y después de las mitigaciones propuestas)

A continuación, se presenta una caracterización resumida de cada atributo utilizado para caracterizar los impactos ambientales resultantes.

Naturaleza

Indica si el impacto resultante es negativo o positivo. El mismo impacto puede tener dos vectores opuestos, uno positivo y otro negativo, en el mismo componente.

Localización y espacialización

Define la difusión espacial de cada impacto. Los impactos pueden ocurrir en el Área de Influencia Directa (AID) o en diferentes áreas geográficas dentro del Área de Influencia Indirecta (AII), con una acción directa e indirecta que varía según el componente. Sin embargo, debe mencionarse que puede haber impactos resultantes que, aunque identificados, tienen un alcance geográfico difuso, no se restringido a una unidad espacial definida, y pueden ocurrir en un contexto macro regional o nacional.

Fase de ocurrencia

Indica si el impacto resultante se producirá en las etapas de planificación, construcción u operación del proyecto.

Incidencia

Indica si el impacto será directo o indirecto. Los impactos directos tienen una relación de causa y efecto clara y simple, y surgen directamente de las acciones impactantes implementadas en las fases de construcción y operación. Los impactos indirectos ya considerados tienen una dependencia secundaria o indirecta de las acciones impactantes.

Temporalidad - Inducción

Este es un atributo asociado con el tiempo de inducción de un impacto potencial en relación con el inicio de las acciones impactantes. La inducción puede ser inmediata (el impacto comienza inmediatamente después de la acción), a corto plazo (hasta 2 años), mediano plazo (2 a 10 años) y largo plazo (más de 10 años o durante toda la vida útil del proyecto).

Temporalidad - Duración

Este atributo está asociado al período de tiempo que el impacto permanecerá después de que la acción impactante haya cesado y todas las medidas planificadas hayan sido implementadas. El impacto puede cesar inmediatamente después de la finalización de la acción, o puede ser de corto plazo (hasta 5 años), mediano plazo (5 a 10 años) o largo plazo (más de 10 años). El impacto resultante aún puede considerarse permanente, es decir, no se interrumpirá incluso con la implementación de las medidas pertinentes.

Reversibilidad

Define el grado de reversibilidad del impacto y está directamente relacionado con la intensidad. En caso de impactos negativos, estos pueden ser reversibles o irreversibles. Los impactos resultantes considerados reversibles dejan de ocurrir o tienen una intensidad insignificante después de que cesan las acciones impactantes y / o se implementan las medidas aplicables. Los impactos irreversibles, incluso después de la aplicación de las medidas, configuran los impactos resultantes de intensidad media a alta.

Probabilidad

Es la posibilidad de que ocurra un cierto impacto. Los impactos ambientales identificados a través de la interacción entre las acciones impactantes y los componentes ambientales y sociales se definen como "impactos ambientales potenciales", es decir, impactos pronosticados que pueden ocurrir o no. Sin embargo, en función de las características del proyecto y de las áreas de influencia, así como la experiencia con otros proyectos, es posible evaluar el impacto de acuerdo con el grado de probabilidad de ocurrencia: baja probabilidad, media probabilidad, alta probabilidad y de ocurrencia cierta.

Magnitud

Se define como la grandeza del impacto en términos absolutos, lo que indica el grado de cambio en la calidad del componente ambiental o social que puede verse afectado por el proyecto en todas sus fases (planificación, implementación y operación). En otras palabras, es la diferencia entre la calidad ambiental asumida después de los efectos generados por las acciones del

proyecto y la observada antes de que tales procesos tuvieran lugar. Es importante señalar la magnitud antes y después de la implementación de mitigaciones ya que muchos de los potenciales impactos son mitigables con buenas prácticas y tecnologías de control. Por ello, la magnitud es el atributo que define, junto con el grado de mitigabilidad del impacto, su grado de importancia residual, como se verá en el ítem siguiente.

Atribución del grado de importancia y evaluación del impacto residual final

Como atributo del análisis, la importancia corresponde a la evaluación del valor de cada impacto. Esta es una evaluación que reúne resultados de varios atributos e indica el grado de sensibilidad de un impacto ambiental dado. Por lo tanto, determina el grado de severidad, aunque indirectamente, de cada impacto ambiental, apoyando la toma de decisiones con respecto a la aplicación de medidas ambientales específicas para la optimización de los efectos positivos o la remediación de los efectos negativos en el medio ambiente.

En el ámbito de este estudio, la definición del grado de importancia para cada impacto se ha realizado cruzando el atributo magnitud y reversibilidad, tal y como se muestra en la **Tabla 6.1.1.a** siguiente.

Tabla 6.1.1.a

Combinación de indicadores para definir el grado de importancia de los impactos

Magnitud	Reversibilidad		
	Reversible	Parcialmente reversible	Irreversible
Baja	Baja	Moderada	Media
Media	Moderada	Media	Alta
Alta	Media	Alta	Alta

En relación con la combinación de atributos presentados anteriormente, cabe destacar dos factores. Por un lado, la magnitud, que representa la grandeza del impacto, es decir, el alcance de los posibles efectos de las intervenciones al comparar la calidad del ambiente antes y después de las acciones impactantes. Por otro lado, la reversibilidad, que tiende a representar la vulnerabilidad y sensibilidad de cada componente valorado, es decir, la capacidad de los sistemas ambientales para asimilar los aportes de energía y mantener sus características lo más cerca posible de las observadas antes de las intervenciones.

Tras el análisis, se procedió a la evaluación del impacto residual final, que representa el estado del ambiente tras la aplicación de todas las medidas de prevención, control, mitigación y compensación propuestas en el PGAS (véase el **Capítulo 7.0**). El análisis del impacto residual, sin embargo, está relacionado con la aplicación de otro atributo de calificación: el grado de mitigabilidad. Este atributo se refiere a los niveles de posibilidad de que los efectos negativos de un impacto sean controlados. Hay que tener en cuenta que la mitigabilidad depende tanto de la naturaleza de los componentes afectados como de la posibilidad de implementación técnica, económica, así como del esfuerzo político e institucional para hacerlo por parte del promotor del Proyecto. Los impactos se han clasificado como Totalmente Mitigables, Altamente Mitigables, Medianamente Mitigables y Poco Mitigables.

En el ámbito de este estudio, la definición del grado de importancia residual ha resultado del cruce de los atributos grado de mitigabilidad e importancia, como se muestra en la **Tabla 6.1.1.b**.

Tabla 6.1.1.b

Grado de importancia residual de los impactos a partir de la combinación de grado de mitigabilidad e importancia

Grado de mitigabilidad	Importancia			
	Baja	Moderada	Media	Alta
Totalmente Mitigable	Baja	Baja	Baja	Media
Altamente Mitigable	Baja	Baja	Moderada	Media
Medianamente Mitigable	Baja	Moderada	Media	Media
Poco Mitigable	Baja	Moderada	Media	Alta

6.1.2

Acciones Impactantes

Esta Sección identifica todas las acciones con potencial para generar impactos ambientales y sociales en las fases de planificación, implementación y operación del proyecto. Como ya se mencionó, las acciones se identificaron y describieron de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto y sus respectivos procedimientos constructivos detallados en el **Capítulo 2.0**.

En total, se identificaron 24 acciones con potencial de impacto, 3 acciones relacionadas con la fase de planificación, 16 acciones relacionadas con la fase de construcción y 5 acciones relacionadas con la fase de operación, como se especifica en la **Tabla 6.1.2.a**, a continuación.

Tabla 6.1.2.a

Acciones de las fases de planificación, implementación y operación del proyecto

Fase del Proyecto	Acciones Impactantes
A.1 – Fase de Planificación	A.1.01 Divulgación del proyecto
	A.1.02 Estructuración operacional inicial
	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas
A.2 – Fase de Implantación (obras)	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción
	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción
	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno
	A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos
	A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores
	A.2.06 Movimiento de tierras
	A.2.07 Ejecución de fundaciones
	A.2.08 Obras civiles
	A.2.09 Montaje
	A.2.10 Montaje de las torres
	A.2.11 Lanzamiento de los cables
	A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción
	A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
	A.2.14 Desmovilización de trabajadores
	A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
	A.2.16 Negociación e indemnización de propietarios

Tabla 6.1.2.a

Acciones de las fases de planificación, implementación y operación del proyecto

Fase del Proyecto	Acciones Impactantes
A.3 – Fase de Operación	A.3.01 Movilización de trabajadores de operación
	A.3.02 Captación de agua para la Planta
	A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías
	A.3.04 Transporte de insumos y productos
	A.3.05 Controles ambientales durante la operación para evitar o minimizar los posibles impactos

A continuación, se describe cada acción en términos de los principales procedimientos ejecutivos y aspectos funcionales considerados de interés para la evaluación de los impactos ambientales y sociales que potencialmente surgen de las diversas fases del proyecto.

A.1 - Fase de Planificación

A.1.01 Divulgación del proyecto

Esta acción incluye todas las actividades relacionadas con la difusión de información sobre las obras de implementación del proyecto, involucrando manifestaciones oficiales de autoridades, noticias publicadas por los medios de comunicación o contactos establecidos en la región por ATOME o representantes. La repercusión de las noticias vinculadas a las obras genera expectativas positivas, como posibles ofertas de empleo y movimiento de la economía local, y negativas, como las molestias por generación de ruido, emisiones atmosféricas y tráfico, el riesgo de accidentes, entre otras.

A.1.02 Estructuración Operacional Inicial

Esta acción incorpora todas las actividades preliminares a las obras, incluyendo:

- Inspecciones de campo y realización de entrevistas con la población en el área de influencia para el EIAS;
- Estudios para el Proyecto Ejecutivo, incluyendo sondeos, levantamientos topográficos, catastros.

A.1.03 Estudios de alternativas de ubicación y tecnológicas

Esta acción incluye los estudios de alternativas de ubicación realizados en el marco de este EIAS (ver **Sección 3.1**), que condujeron a la elección de un terreno para la Planta y de un trazado para la LT y las tuberías de agua y efluentes que eran los mejores posibles desde el punto de vista de la prevención y/o minimización de los impactos ambientales y sociales. También incluye los estudios tecnológicos realizados por el equipo de ingeniería, para que las distintas tecnologías adoptadas para los diferentes componentes de la Planta condujeran a un Proyecto que dispone de controles ambientales para proporcionar los niveles más bajos posibles de emisiones atmosféricas, ruido, calidad de los efluentes tratados y para contención de sustancias químicas como prevención de contaminación ambiental, cumpliendo los estándares nacionales e internacionales más restrictivos.

A.2 - Fase de Implantación (Obras)

A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción

Implica la selección y contratación de trabajadores (mano de obra directa) para las obras de construcción y montaje de la planta, infraestructura de captación de agua y vertido de efluentes y de la LT. Esta acción se considera separadamente debido a su relevancia como vector de impacto, resultando en la creación de empleos y los ingresos correspondientes.

Como se informó en la **Sección 2.7.6** del **Capítulo 2.0**, se calcula que se contratará a unos 1020 a 1073 trabajadores directos, considerando los meses de pico de las obras. Además de estos, se calcula que habrá unos 40-50 trabajadores para las obras de la LT y el sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes.

Parte de esta fuerza laboral necesita ser especializada y no será reclutada localmente. Sin embargo, gran parte de los trabajadores podrán ser contratados en la región.

A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción

En esta acción se incluyen las actividades necesarias para habilitar el área destinada a las instalaciones temporales de apoyo para la construcción, dentro del propio terreno de la planta (ver **Sección 2.7.1.5**). También incluye contratación de canteras para adquisición de material de préstamo y depósitos de material excedente, si es necesario.

Esta acción impactante abarca todas las tareas necesarias para la implementación de las instalaciones de apoyo, incluyendo limpiar y preparar el terreno, realizar obras civiles, construir el tanque séptico y otros.

En la **Sección 2.7.2.1** se indica que el volumen de material de préstamo necesario para el relleno del terreno se obtendrá de cantera comercial de ripio en Surubi'y o, en última instancia, por refulado. Si fuere el caso, se realizarán los estudios ambientales complementarios correspondientes y se evaluarán los posibles impactos y medidas mitigadoras.

A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno

Antes del inicio de los trabajos, la supresión de la vegetación y el desbroce del terreno se llevarán a cabo en el área donde se construirán las instalaciones de la planta. Inicialmente, se prevé la supresión de una superficie de vegetación de 24.75 ha, correspondiente a la vegetación nativa existente en las Zonas A y B que se muestran en la **Figura 2.7.2.1.a** de la **Sección 2.7.2.1**, siendo 2.76 ha de bosques sub-húmedos semicaducifolios y 21.99 ha de sabanas. Después, en una futura ampliación de la Planta para la Zona C, el área de supresión total para la instalación será ampliada a 29.85 ha, de los cuales 6.14 ha son bosques sub-húmedos y 23.7 ha son sabanas. Además, se prevé la eliminación de la vegetación para apertura de caminos de acceso, implantación subterránea de las tuberías para provisión de agua y vertido de efluentes (0.69 ha, siendo 0.55 ha de sabanas y 0.14 ha de Bosques sub-húmedos semicaducifolios) y en la franja de servicio en el centro de la servidumbre de la LT y áreas de torres (área de 0.07 ha de sabanas).

La supresión de la vegetación y la limpieza del terreno son actividades que consisten en cortar árboles y arbustos de cualquier tamaño, eliminar tocones, ramas, raíces enredadas, hierba y la capa de suelo con materia orgánica hasta un grosor de 20.0 cm. La eliminación de tocones incluye la excavación y la extracción total de tocones de árboles de más de 30.0 cm de diámetro y raíces.

Esta eliminación de la vegetación y limpieza del terreno provoca la exposición del suelo, que, de acuerdo con sus susceptibilidades, puede ocasionar procesos de erosión laminar y lineal localizados, especialmente si estas acciones se llevan a cabo durante la temporada de lluvias y si no se aplican buenas prácticas de gestión. También está asociada a la emisión de ruido y polvo. Todos estos posibles impactos serán manejados con buenas practicas del sector de construcción.

A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos

Esta acción incluye las actividades para implementación de accesos provisionales, incluido un camino de acceso al terreno desde la Ruta Nacional PY19 y otras vías internas hasta las instalaciones de apoyo de construcción y a puntos específicos del terreno para acceder a las ubicaciones de cada estructura de la planta que se va a construir, tales como las áreas para la implementación de la infraestructura de captación y tubería para el abastecimiento de agua desde el río Paraguay hasta la Planta ATOME y tubería para vertido de efluentes.

Incluye también la implantación del sistema vial interno de la Planta, incluida la pavimentación (transporte y colocación de material de base y sub-base, construcción de guías, canalones, aceras y el pavimento asfáltico).

El potencial impactante de esta acción está asociado a la posible ocurrencia de procesos erosivos localizados y al riesgo de contaminación del suelo, si no se aplican buenas prácticas de gestión, y también a la emisión de ruido y polvo y al aumento de la superficie impermeable, modificando las condiciones actuales de drenaje.

A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores

Esta acción corresponde al transporte de materiales, equipos y trabajadores necesarios para la construcción del proyecto. El transporte se realizará por las carreteras existentes, principalmente la Ruta Nacional PY19, pero también por otras carreteras de la región, incluidas las vías de acceso entre Villeta y Asunción.

Este transporte se realizará con distintos tipos de vehículos, incluidos camiones, tractores, excavadoras y otros vehículos pesados, autobuses de transporte de trabajadores, coches y motocicletas.

Para transporte de los trabajadores estimase de 1 a 8 viajes diarios en autobús, considerando ida y vuelta, con el pico entre los meses 17 y 18. En cuanto al tráfico de camiones, se estiman 10 camiones para relleno que realizarán 6 viajes ida-vuelta por camión al día, con un total de 5,429 viajes por la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi) durante las obras. También está previsto realizar otros 450 viajes en camión entre el puerto Terport y el terreno para transportar contenedores con mercancías importadas, de forma intermitente por 5 meses. Se maximizará

la agrupación de cargas en los envíos para minimizar el número de viajes y el impacto en el tráfico en la Ruta PY19.

Durante las obras también se menciona el transporte de cargas sobredimensionadas que vendrán desde Montevideo por vía fluvial hasta el Puerto Terport, a través de buques portacontenedores en su mayor parte, y desde allí hasta el terreno de la Planta. Inicialmente, se considera un número aproximado de entre 40 – 50 viajes fluviales para la llegada de la mercancía a obra.

Durante la fase de construcción, esta acción puede afectar principalmente a los usuarios de la PY19 en el tramo de acceso a la planta. Algunos flujos serán más difusos, sin concentración de vehículos, pero otros, como los autobuses de los trabajadores, tendrán un flujo más concentrado en determinados momentos, correspondientes a la entrada y salida de los trabajadores.

A.2.06 Movimiento de tierras

Esta acción corresponde a los movimientos de tierra necesarios para la ejecución del proyecto.

Esto incluye las actividades necesarias para la conformación y nivelación del terreno hasta las cotas necesarias para implantar las edificaciones de la planta y las vías internas y colocación de tubería subterránea para el abastecimiento de agua desde el río Paraguay y tubería para vertido de efluentes. Están asociadas a la emisión de ruido y polvo y al riesgo de erosiones.

La superficie de relleno prevista para la Planta es de 255,000 m², y la altura del relleno es de 0.6 m. También se rellenará el tajamar existente. El volumen necesario de material para el relleno es de 153,000 m³. Se prevén excavaciones generales de 102,000 m³ para nivelación y compactación de áreas de planta o construcción, para corte de terraplenes, para construcción de patios, caminos, pavimentos, canales, cimientos, etc., produciendo un material que no puede utilizarse para el relleno porque los análisis del suelo realizados dieron como resultado que el mismo no presenta las condiciones adecuadas.

El material para el relleno se obtendrá de una cantera de ripio ubicada en Surubi'y, o por refulado a partir de banco de arena en el río Paraguay, como se indica en la **Sección 2.7.2.1**.

El movimiento de tierras incluye también las excavaciones necesarias para abrir la zanja por donde se implantarán las tuberías enterradas de agua y efluentes entre la Planta y el río Paraguay, con un volumen previsto de 2,300 m³, y las excavaciones en lecho costero del río para implantar la infraestructura de captación de agua.

A.2.07 Ejecución de fundaciones

Esta acción incluye la ejecución de las fundaciones de todos edificios y estructuras previstas para la Planta, de la caseta de bombeo para la captación de agua, además de las excavaciones para implantación de cimentaciones de las torres de la LT.

Estos servicios corresponden a la ejecución de cimentaciones profundas y superficiales, que incluye la hinca de pilotes, la ejecución de excavaciones locales, el montaje de la armadura y el hormigonado.

Su potencial impactante está asociado a la emisión de ruido y polvo y a la vibración durante las actividades de hincado de pilotes. También hay riesgo de contaminación del suelo y las aguas subterráneas y de accidentes con los trabajadores si no se aplican las medidas de prevención, gestión y buenas prácticas previstas.

A.2.08 Obras civiles

Este conjunto de actividades abarca los servicios de construcción de edificios administrativos, estructuras de estaciones de tratamiento de agua y efluentes y los edificios de las distintas unidades que forman la planta. También incluye la ejecución de las redes de drenaje temporales y permanentes y la implantación de la infraestructura de captación y suministro de agua a la Planta y de vertido de efluentes (caseta de bombeo e instalación de tuberías).

Estos servicios incluyen trabajos de hormigón armado y albañilería, entre otros asociados.

El potencial impactante de esta acción está asociado a la emisión de ruido y polvo. También se menciona el riesgo de contaminación del suelo y del agua y de accidentes con trabajadores si no se aplican las medidas de prevención, gestión y buenas prácticas previstas.

A.2.09 Montaje

Esta acción está asociada a las actividades de montaje de las estructuras de la Planta, incluyendo instalación de estructuras metálicas, instalación de tanques, tuberías, equipos y maquinaria.

El potencial impactante está asociado a la emisión de ruido y vibraciones durante las actividades de elevación y montaje de las piezas. También se deben considerar las emisiones de gases de los equipos utilizados, como camiones y grúas.

A.2.10 Montaje de las torres

Las estructuras metálicas de las torres se ensamblarán, pieza por pieza y / o por secciones pre montadas en el terreno, en las áreas de montaje preparadas a lo largo de la franja de servidumbre. Las acciones impactantes se refieren a la emisión de ruido y vibraciones durante las actividades de elevación y montaje de las piezas. También se deben considerar las emisiones de gases de los equipos utilizados, como camiones y grúas.

A.2.11 Lanzamiento de los cables

Para la actividad de lanzamiento de los cables conductores, las torres deben estar conectadas a tierra y los pararrayos montados.

Los cables se lanzarán utilizando camiones y gruas, solo en la faja de lanzamiento dentro de la franja de servidumbre, para evitar intervenciones en áreas adicionales. Los impactos de esta acción se relacionan principalmente con la emisión de ruido y vibraciones.

El impacto potencial de esta acción está también relacionado con una única interrupción que tendrá lugar por única vez y afectará el tráfico en la Ruta Nacional PY19 durante unas pocas

horas, lo que requerirá acciones previas de comunicación y señalización, así como coordinación con la ANDE y los departamentos de transporte y la obtención de los permisos necesarios.

A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción

Las actividades que implican impactos potenciales durante la operación de las instalaciones de apoyo de construcción están relacionadas con el manejo de productos químicos (combustibles, aceites, lubricantes, pinturas y barnices), el suministro de agua y la eliminación de efluentes y residuos sólidos, especialmente residuos peligrosos, y circulación de vehículos en accesos internos y externos.

El potencial impactante de esta acción está asociado a la emisión de ruidos, vibraciones, polvo y gases de combustión procedentes del funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos y del tráfico de obra. También está relacionado con la generación de residuos sólidos y efluentes domésticos e industriales, y la manipulación de productos peligrosos como diésel/combustible. También se menciona el riesgo potencial de contaminación del suelo por posibles fugas de combustibles/aceite y accidentes laborales, si no se aplican las medidas de prevención, gestión y buenas prácticas previstas.

A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo

Como se mencionó, el campamento de construcción se implementará dentro del propio terreno de la planta. Al final de las obras, las instalaciones provisionales serán desmanteladas y las áreas con suelo expuesto deben recuperarse para evitar la instalación de procesos erosivos. Además, deben llevarse a cabo las acciones necesarias para desactivar y neutralizar el tanque séptico instalado.

A.2.14 Desmovilización de trabajadores

Esta acción incluye todos los procedimientos para la desmovilización de la mano de obra contratada por los contratistas y subcontratistas, la terminación de los contratos de trabajo y de provisión de materiales y servicios.

La desmovilización será gradual, es decir, en la medida en que se completen las etapas definidas en el cronograma de obras, dejando solo algunos empleados necesarios para la finalización del trabajo y el comienzo de la fase de operación.

A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa

Se refiere a la recuperación y / o regularización del terreno y arborización perimetral del terreno de la futura Planta y cubierta de gramíneas de las áreas directamente afectadas por el proyecto, abarcando no solo el área del campamento de construcción y área de colocación de tubería subterránea para el abastecimiento de agua desde el río Paraguay y de tubería para vertido de efluentes, sino todas las demás áreas no ocupadas por las estructuras fijas de la planta y los accesos internos y que se hayan visto afectadas de algún modo por las actividades de construcción.

Es de destacar que estas actividades se llevarán a cabo al final de cada etapa de construcción, en paralelo a la ejecución de la obra.

A.2.16 Negociación e indemnización de los propietarios

La liberación de la franja de servidumbre de la LT y de las tuberías de agua y efluentes ha incluido las siguientes actividades:

- Contacto con los respectivos propietarios de los terrenos al largo de los trazados de la LT y de las tuberías;
- Registro de propietarios;
- Catastro de todas las mejoras productivas y no productivas ubicadas en el área de las franjas de servidumbre, con el acompañamiento de cada propietario;
- Catastro de las áreas afectadas por la institución de las franjas de servidumbre;
- Cálculo de la indemnización por restricciones de uso de las tierras establecidas en el área de los terrenos afectados por las franjas de servidumbre y por las mejoras afectadas. Esta actividad ya fue realizada para la LT y será realizada para las afectaciones de las tuberías, tomando como referencia el precio establecido para la LT y las negociaciones con los propietarios afectados.

A.2 - Fase de Operación

A.3.01 Movilización de trabajadores de operación

Implica la selección y contratación de trabajadores (mano de obra directa) para la operación y mantenimiento de la planta. En este caso se trata de una mano de obra más especializada, formada y capacitada para operar las distintas unidades que componen la planta. El número estimado de trabajadores en la fase de operación será de 225 puestos directos, de los cuales 195 son fijos y 30 son temporales, además de los trabajadores involucrados en el transporte terrestre y fluvial del fertilizante CAN, y otros proveedores de servicios. Estimase que cerca de 874 puestos de trabajo indirectos también serían generados.

Al igual que en la fase de construcción, se asocia al impacto positivo de creación de empleos y los ingresos correspondientes.

A.3.02 Captación de agua para la Planta

Como se menciona en la **Sección 2.6.2.1.1**,

Se captará un caudal de 242.70 m³/h del río Paraguay para el Proyecto. Esta agua será pretratada y destinada a diferentes usos, entre ellos: agua potable, agua desmineralizada (para suministro a electrolizadores, Unidad de Síntesis de NH₃, Planta de AN, Planta SNA, Planta GRAN, reposición para otros servicios como dilución química, etc.), agua de servicio, agua contra incendios y agua de reposición de torres de refrigeración.

El agua se bombeará y transportará desde el río hasta la planta a través de una tubería subterránea. Cabe mencionar que de los 242.7 m³/h, 77.30 m³/h a 84.20 m³/h se devolverán al

río en forma de aguas residuales tratadas en la ETAR, resultando un balance de extracción total de 165.4 m³/h o 158.5 m³/h. Este efluente tratado que se devolverá al río será de una calidad que cumpla los estándares nacionales e internacionales más restrictivos.

El impacto potencial está asociado a la pequeña reducción del caudal del río y de su capacidad de dilución.

A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías

La operación de la planta está asociada a varias acciones con posibilidad de causar impactos ambientales y sociales. Éstas son:

- Operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de efluentes, que tratará los efluentes del pre-tratamiento de agua, efluentes de separadores de aceite, efluentes de la red no oleosa, efluentes sanitarios y la purga de la torre de refrigeración. Se utilizarán productos químicos y se generará un efluente líquido que será tratado antes de su vertido al río Paraguay. Se generarán lodos resultantes del proceso de tratamiento de efluentes. El proceso también puede emitir olores;
- Gestión y disposición de efluentes y lodos que deben ser tratados de manera especial y se realizará a través de empresas tercerizadas y habilitadas para los fines;
- Operación y mantenimiento de la Unidad de Síntesis de Amoníaco (NH₃), la Planta de Ácido Nítrico (HNO₃) y la Planta de Solución de Nitrato de Amonio (NH₄NO₃), donde puede producirse una liberación involuntaria de los productos químicos;
- Combustión en antorcha, generando emisiones de procesos de combustión y emisiones fugitivas;
- Generación de residuos sólidos en áreas administrativas e industriales;
- Funcionamiento y mantenimiento de equipos y vehículos que generan ruido, incluyendo compresores, subestación de energía, bombas, generadores, tomas y válvulas, y camiones de transporte de fertilizante CAN.

Las acciones de mantenimiento de rutina de la LT y de la captación y tuberías de agua y efluente incluyen un conjunto de obras y servicios que se realizarán periódicamente, de manera preventiva, o de emergencia, de manera correctiva, siempre siguiendo procedimientos específicos para cada servicio.

El mantenimiento de rutina tiene el objetivo de garantizar la integridad de las estructuras y el buen rendimiento operativo.

Para la LT, las actividades de conservación preventiva de rutina incluyen el corte selectivo y poda de vegetación en la franja de servidumbre y la inspección de torres y cables, así como la inspección y mantenimiento de transformadores. Es importante señalar que gran parte de la servidumbre de la LT se encuentra en área de cultivo de arroz, por lo tanto, las posibles afectaciones a la vegetación serán muy reducidas.

Las actividades de remediación de emergencia incluyen la atención a accidentes casuales con daños a estructuras físicas u operativas de la LT, principalmente causadas por roturas de cables o caídas de torres, causadas por eventos naturales como tormentas o fuertes ráfagas de viento.

El impacto potencial de las actividades de mantenimiento en las franjas de servidumbre de las tuberías está relacionado con el impedimento de la regeneración de la vegetación nativa, especialmente la vegetación de mayor porte y las restricciones de uso para los propietarios, que sólo deberán realizar actividades compatibles con la seguridad de las tuberías. Además, las actividades presuponen que ATOME ingrese en los predios para la inspección y mantenimiento. Es importante destacar que ATOME tendrá contratos de servidumbres de paso y acueducto firmados con los propietarios afectados, lo cual otorgará permiso para el acceso a las áreas de servidumbre para las actividades de manutención periódicas y de emergencias.

A.3.04 Transporte de insumos y productos

Esta acción está asociada al flujo de camiones en la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi) trayendo insumos de producción a la planta y del de transporte de fertilizantes desde la planta hasta el Puerto Terport para su exportación por vía fluvial.

Como se menciona en la **Sección 2.8.1.10**, los viajes para transportar los insumos a la Planta incluirán 1 viaje de camión cada 4 días para traer dolomita y 1 viaje de camión y 1 viaje de furgoneta al día para traer repuestos, consumibles y otros.

Para el transporte de fertilizante desde la planta hasta el Puerto Terport se estiman 50 viajes al día (o 6 viajes por hora), incluyendo camiones vacíos y cargados, un total estimado para la exportación de las 770 ton/día (cómputo total para la producción en big bags o granel). Estos camiones serán tractor tipo Scania + semirremolque.

Del Puerto Terport, el fertilizante se transportará por vía fluvial a través de remolcadores convoy 4x4 con barcas.

En el caso del transporte terrestre, el impacto potencial de la acción está relacionado con el deterioro de la carretera debido al aumento de la circulación de vehículos pesados y la pequeña apropiación de la capacidad vial de la carretera comparado con la capacidad total de la PY19. En terminos de riesgos, se menciona la posibilidad de accidentes vehiculares.

En el caso del transporte fluvial, se asocia a la pequeña reducción de la capacidad de la Hidrovía. Pero es importante señalar que el volumen CAN no debe ser suficiente para llenar una barcaza y debe ser transportado juntamente con otros productos. Es decir, estimase que el CAN no tendrá barcaza exclusiva y el número de barcas relacionadas al CAN no es significativo.

A.3.05 Controles ambientales durante la operación

Como se menciona en la Acción 1.03, el Proyecto se ha diseñado de forma a adoptar la tecnología necesaria para cumplir los estándares nacionales e internacionales más restrictivos relacionados al control de contaminación y a seguridad. También se han previsto medidas de control y monitoreo ambiental a ser implementadas durante la operación para prevenir y/o mitigar los impactos sobre la calidad del aire, la calidad del agua, las emisiones sonoras y la contaminación del suelo y para prevenir y actuar en situaciones de emergencia. Entre estas medidas se mencionan las siguientes:

- Sistema de abatimiento de la planta para reducir las concentraciones de NOx en los gases de cola;
- Tecnología de control de las emisiones atmosféricas;
- Tratamiento de efluentes;
- Medidores de los caudales captados para garantizar el volumen usado por la planta;
- Control/abatimiento de las emisiones sonoras;
- Red de drenaje para prevención de contaminación ambiental;
- Manejo de sustancias peligrosas;

Además de las medidas de controles, serán llevadas a cabo las siguientes medidas de monitoreo:

- Monitoreo de la calidad del aire;
- Monitoreo de emisiones atmosféricas;
- Monitoreo de la calidad de los efluentes tratados antes de su vertido en el río;
- Monitoreo de la calidad del agua del río;
- Monitoreo del ruido ambiental;
- Monitoreo del ruido ocupacional, entre otros.

6.1.3

Identificación de Impactos Potenciales y Análisis de los Impactos Resultantes

Las acciones previstas en las fases de planificación, construcción y operación de la Planta se cruzaron con los componentes de los Medios Físico, Biótico e Socioeconómico susceptibles de ser impactados, permitiendo la identificación de los posibles impactos ambientales y sociales.

Para este propósito, se realizó una verificación, como un *checklist*, para garantizar que todos los impactos tuvieran medidas dirigidas a su prevención, control, mitigación o compensación.

A continuación, se presenta el análisis de los posibles impactos socioambientales del Proyecto, la proposición de los programas y respectivas medidas, y la calificación de los impactos resultantes antes y después de la implementación de las medidas de mitigación/control propuestas para el proyecto. En total, se identificaron 22 posibles impactos del proyecto, siendo 7 impactos en el Medio Físico, 2 en el Medio Biótico y 13 en el Medio Socioeconómico.

Con el resultado del análisis descrito en las **Secciones 6.1.3.1 a 6.1.3.3** se preparó la **Matriz 6.1.3.a - Matriz de Consolidación de los Impactos**, con la calificación del conjunto completo de impactos y los programas ambientales dirigidos.

6.1.3.1

Medio Físico

1 - Impactos en el Suelo/Relieve

1.01 – Ocurrencia y/o intensificación de procesos erosivos durante la fase de construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.01 – Suelo / Relieve

Análisis del impacto potencial

La generación o intensificación de procesos erosivos durante las actividades de construcción se asocia con el conjunto de intervenciones sobre la parcela de la Planta de ATOME, además de las áreas de implantación de la LT, de la tubería de provisión de agua y de la infraestructura de captación de agua, y la tubería para vertido de efluentes. En especial, tienen importancia aquellas acciones que involucran la exposición de superficies de suelos y la ejecución de cortes y terraplenes, con el potencial de un mayor impacto en las zonas de transposición de relieves de pendientes más inclinadas y drenajes. También se incluyen en este contexto actividades que de alguna manera concentran el agua de lluvia, especialmente en terrenos desprotegidos y propensos a la erosión. Estas intervenciones incluyen acciones de potencial impacto vinculadas a los servicios de apertura de nuevos caminos, mejoría de los caminos existentes, supresión de vegetación, movimientos de tierra y excavaciones en los frentes de construcción y la formación de pilas de material sobrante temporales.

Como se mencionó en la descripción del Proyecto, la superficie de relleno prevista en el terreno de la Planta es de 255,000 m², y la altura del relleno es de 0.6 m. Así, el volumen necesario de material es de 153,000 m³, incluso con el relleno para el tajamar existente. Se está considerando su obtención en una cantera de ripio preseleccionada y ubicada en Surubi'y, a cerca de 14 km de la Planta de ATOME. Según datos presentados en la **Sección 5.2.7**, se trata de una cantera de conglomerado/ripió habilitada por el VMME-MOPC (n. registro 354).

Además, se prevé la eliminación de la vegetación para apertura de caminos de acceso, en la franja de servicio de la LT y en la servidumbre de las tuberías para provisión de agua y vertido de efluentes. También se prevé excavaciones para la implantación de las fundaciones de las torres de la LT y para implantación subterránea de las tuberías de agua y efluentes.

Para los trabajos de nivelación y compactación de áreas de planta o construcción, corte de terraplenes, construcción de patios, caminos, pavimentos, canales, cimientos, etc., se prevén excavaciones generales de 102,000 m³ produciendo un material que no puede utilizarse para el relleno porque los análisis del suelo realizados dieron como resultado que el mismo no presenta las condiciones adecuadas. Este material sobrante se acumulará temporalmente en el ADA,

hasta que sea enviado para a un área de disposición de material excedente debidamente autorizada y parte puede ser usada para recuperación de áreas naturales.

En ese sentido, el volumen a obtener para préstamo es de 153,000 m³ y el material excedente es en mínimo 102,000 m³.

Como segunda opción de material de relleno, además de la cantera de ripio, se considera la obtención de arena por refulado en bancos de sedimentos en el río Paraguay. Si se elige esta opción, se llevarán a cabo los estudios complementarios necesarios y se presentarán al MADES oportunamente junto con la evaluación de posibles impactos y medidas de mitigación.

En caso de uso del refulado, las arenas podrán ser utilizadas en forma conjunta con el ripio. En este caso habría que aumentar la altura del relleno (en 0.85 m de arena y 0.15 m de lama) y por tanto su volumen.

De todos modos, el cambio en la dinámica de la superficie de la tierra, debido a las intervenciones necesarias de limpieza de los suelos y excavaciones, puede inducir nuevos procesos erosivos o intensificar los existentes.

El área del terreno y a lo largo de la LT y las tuberías de provisión de agua y vertido de efluentes, así como en gran parte del AII, se encuentra en relieve de Llanura Baja, donde la posibilidad de escorrentía concentrada de aguas pluviales es menor, tal y como indican los estudios de diagnóstico ambiental. La frecuencia de observación de los procesos de erosión a lo largo del AII y alrededores es baja, así como sus intensidades.

En estas áreas predominan los Alfisoles con una ligera susceptibilidad a la erosión. Aunque existe cierta susceptibilidad a los procesos erosivos, la baja incisión del drenaje y las bajas pendientes observadas en estos terrenos condicionan poca energía cinética a la escorrentía superficial, lo que implica procesos laminares y en surcos, que son ocasionales y de baja intensidad. Esas zonas, por lo tanto, se consideran de baja sensibilidad a la inducción de procesos erosivos.

Sin embargo, en la ribera del río Paraguay, incluso donde se implementará la infraestructura de captación de agua, estos terrenos de Llanura Baja son interceptados por el proceso de erosión lateral y marginal del río. De esta forma, las actuaciones constructivas también pueden contribuir a la intensificación de los procesos de erosión ya existentes. Pero debido el tamaño de la caseta de bombeo, la erosión es localizada y de corto plazo.

Las pilas de material excedente, especialmente cuando se colocan bajo la lluvia, también pueden provocar impacto. En cualquier caso, se debe dar prioridad a la protección de la superficie del terreno, por lo que se instalarán dispositivos de drenaje para canalizar el agua de lluvia.

Así, se destaca que la intensidad de los procesos erosivos también depende de las condiciones atmosféricas y la distribución estacional de la lluvia. En este contexto, se observa que la región tiene dos máximos anuales. El máximo principal que ocurre a fines de la primavera, que coincide con el aumento de las lluvias frontales y el inicio de las lluvias de verano (entre noviembre y diciembre), y el máximo secundario que ocurre a fines del verano (en abril). Por su vez, el período de sequía se limita a los meses entre junio y septiembre, cuando generalmente llueve menos de 80-90 mm de promedio mensual. Por lo tanto, durante los períodos de mayor

precipitación, se debe prestar más atención a la implementación de medidas para prevenir este tipo de impacto.

Medidas de Mitigación

Dadas las condiciones potenciales, se prevén las siguientes medidas en el PGAS para prevenir, controlar y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción:** principalmente medidas de Gestión de las actividades de movimiento de tierras, además de medidas de Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción, Control de actividades de supresión de vegetación y Recuperación de áreas degradadas por las obras.
- **Programa de Gestión Ambiental y Social:**
 - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
 - Procedimiento de Garantía de Conformidad
 - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

Además de las medidas previstas en los Programas mencionados, es importante resaltar que el contratista EPC adoptará las mejores prácticas de gestión para la construcción que se utilizan habitualmente para prevenir o minimizar el potencial temporal de erosión dentro de la obra.

Calificación del impacto resultante

Se trata de un impacto negativo de la fase de construcción, de alcance en el AID (y All en caso del uso de arena del refulado). Es directo y tiene una probabilidad cierta de ocurrir. Es inmediato y tiene corto plazo de duración (periodo de construcción). Es reversible, de media magnitud a lo largo da LT y en caso de uso exclusivo del ripio como relleno del área de la planta, pero de alta si se decide utilizar arena del refulado, siendo de media importancia. Teniendo en cuenta que se trata de un impacto altamente mitigable, la importancia residual resultó baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Ocurrencia y/o intensificación de procesos erosivos durante la fase de construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID (All)
Etapa de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

1.02 – Aumento de la impermeabilización del suelo y alteración del régimen de drenaje actual

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.12 Operación de de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.01 – Suelo / Relieve

Análisis del impacto potencial

La instalación de la Planta representará un aumento de las áreas impermeabilizadas, como se puede apreciar en el *layout* general que se muestra en la **Sección 1.4**. El aumento de la superficie impermeable se dará principalmente en esta área del proyecto, por la pavimentación de accesos, patios, implementación de edificaciones, aparcamientos, plantas de tratamiento, entre otras áreas cubiertas y/o pavimentadas.

El terreno de propiedad de ATOME Paraguay S.A. es de aproximadamente 30 ha, de los cuales se estima que 9.48 ha (31.5%) corresponden a superficies de terreno a ser impermeabilizadas (viales, edificios y losas), 15.14 ha (50.3) corresponden a superficies sin impermeabilizar (ripió y zonas ajardinadas) y 5.47 ha (18.2%) corresponden a superficies con vegetación natural mantener.

Con estas cifras se puede ver que las áreas ocupadas por las instalaciones de la Planta que requieren la impermeabilización del terreno corresponden al 31.5% del ADA, 3% del AID (total de 314 ha) y 0.03% del AII (total de 36,000 ha).

Uno de los principales problemas asociados con la impermeabilización del suelo se refiere a la reducción de las áreas de infiltración, con la consiguiente alteración del equilibrio natural entre la escorrentía superficial y los procesos de percolación del agua en el suelo.

Sin embargo, como se muestra en el diagnóstico (**Sección 5.2.3.2**), los levantamientos de suelo indicaron la presencia de arcillas limosas en la capa inicial, según el perfil geológico del pozo instalado en la parcela de ATOME. En toda el área de la Planta, además del AII, también hay predominio de Alfisoles (**Sección 5.2.6.**), especialmente en las zonas de Llanuras Bajas (entre 60 y 70 m.s.n.m). Estos suelos son reconocidos por tener una permeabilidad restringida, por contener una capa arcillosa por debajo de la superficie del suelo, además de muy baja conductividad hidráulica, lo que restringe el movimiento gravitacional del agua y consecuentemente prolonga el período de saturación.

Los estudios realizados en el ADA y en los alrededores de la Planta, en el área del Proyecto de Omega Green, también han evidenciado la presencia de arcillas impermeables en las capas iniciales del suelo. Los ensayos de permeabilidad en campo, en área de Omega Green, también mostraron la impermeabilidad de la capa inicial, especialmente en los casos en que sea muy dura, en los primeros 2.00-3.00 m. Así, se confirmó que las acumulaciones de agua en la superficie ocurren fácilmente después de la precipitación, en el suelo debido a la topografía plana, pero también debido a la formación de un nivel de agua en suspensión, formado encima del extracto arcilloso e impermeable.

De lo anterior, se considera que a pesar de la impermeabilización que promoverá la instalación de la Planta y sus futuras ampliaciones, se estima que esto no redundará en cambios importantes en los procesos de percolación del agua en el suelo, ya que estos ya presentan condiciones naturales de impermeabilidad. En cualquier caso, se debe dar prioridad al mantenimiento de las áreas permeables, en la medida de lo posible.

Además, se debe prestar mayor atención a las descargas concentradas de agua de lluvia recolectada de superficies impermeables en el área de la Planta. Considerando que los estudios realizados en el área del Proyecto de Omega Green también indicaron la ocurrencia de suelos dispersivos en la superficie, y sujetos a la formación de tubificaciones y surcos, se debe tener mayor cuidado en disciplinar el agua captada en áreas impermeables, con liberaciones difusas, para en detrimento de las liberaciones concentradas, con el fin de promover la percolación suave del agua en el suelo y evitar el desencadenamiento de procesos de erosión.

Medidas de Mitigación

Durante la fase de construcción, se requerirá al Contratista EPC el desarrollo de un Plan de Control de la Erosión y los Sedimentos, incluyendo las medidas correspondientes que forman parte del **Programa de Control Ambiental de la Construcción** del PGAS, resaltándose las siguientes:

- Replanteo in situ para minimizar el impacto;
- Minimización de las zonas desbrozadas y estabilización de pendientes;
- Revegetación de las zonas desbrozadas en el menor tiempo posible;
- Control del drenaje;
- Métodos de barrera y captura, se mencionan solo como referencia, los siguientes: cercos de limo, diques de contención, estanques de sedimentos, métodos mecánicos de eliminación de sedimentos (siltbuster, alcantarillas, etc.).

Otros programas ambientales y respectivas medidas que deben aplicarse con el fin de prevenir y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción:** principalmente medidas de gestión de las actividades de movimiento de tierras, además de medidas de gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción, control de actividades de supresión de vegetación y recuperación de áreas degradadas por las obras.
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
 - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas

- Procedimiento de Garantía de Conformidad
- Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de los Programas y medidas anteriores, se considera que este impacto es negativo, de alcance en el AID, de la fase de construcción, con incidencia directa, temporalidad inmediata (inducción) y de larga duración (vida útil de la Planta). Para la etapa de operación, la Planta tendrá sistemas de drenaje con múltiples funciones: 1) evitar la contaminación de áreas productivas de las áreas no productivas, 2) evitar la erosión, 3) permitir infiltración de drenaje limpio. Por lo tanto, es reversible (en caso de desmovilización del Proyecto, se retiran las instalaciones y los pavimentos) y de ocurrencia cierta. Su magnitud e importancia son bajas debido a la característica de los suelos locales que son naturalmente impermeables y todas las buenas prácticas a ser implementadas por los contratistas durante la etapa de construcción y la red de drenaje durante la etapa de operación. Se trata de un impacto con potencial acumulativo, como se verá en la **Sección 6.1.5**. La importancia residual también es baja, ya que se trata de un impacto altamente mitigable.

Calificación del impacto (atributos)			
Aumento de la impermeabilización del suelo y alteración del régimen de drenaje actual			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

2 - Impactos en los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos

2.01 – Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados durante la operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.02 Captación de agua para la Planta A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos

Análisis del impacto potencial

Como se mencionó en la **Sección 2.6.2.1.1**, toda el agua consumida por la planta se obtendrá del Río Paraguay. Solo para el combate y prevención de incendios, el agua a ser utilizada será suministrada a través de un pozo a ser utilizado como fuente secundaria de agua para el sistema.

En la Figura **2.6.2.1.1.a** en la **Sección 2.6.2.1.1**, se someterán a pre-tratamiento 242.70 m³/h, de los cuales 218.43 m³/h se destinarán a los usos previstos (agua de servicio, combate de incendios, potabilización y refrigeración) y 24.27 m³/h serán rechazadas. De los 218.43 m³/h, 33.5 m³/h se enviarán a la planta de desmineralización, cuya agua resultante se utilizará en el proceso de producción.

El agua captada del río Paraguay se bombeará y transportará a la Planta a través de una tubería subterránea. Así, asociado a esta demanda de agua, el impacto potencial se refiere a la reducción del caudal del río y al vertido de los efluentes tratados, con posibles cambios en la calidad del agua. Los cuantitativos de este impacto se analizan a lo largo de este texto.

Según mencionado en las **Secciones 2.6.2.2.9** y **2.8.1.6**, los efluentes generados en la operación de la Planta incluyen efluentes del tratamiento de agua, de tratamiento de aguas sanitarias, de separadores de aceite, de la red no oleosa, y de la purga de la torre de refrigeración. Teniendo en cuenta estos tipos de efluentes, el caudal total estimado es de 77.3 m³/h, el cual es devuelto al río Paraguay, después de ser tratado en la ETAR del Proyecto cumplirá no solo los límites de emisión definidos por la legislación paraguaya, sino que los estándares internacionales de las guías de la CFI. Esto garantizará que este efluente se devuelva al río con una mejor calidad que el agua captada.

Antes de ser vertidos en el río Paraguay, estos efluentes serán tratados en una Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR), ubicada en la Planta, cuyo sistema de tratamiento incluirá dos subsistemas, uno de recogida y eualización de aguas residuales y otro de acondicionamiento, control y descarga de aguas residuales.

Como se menciona en la descripción del proyecto (**Sección 2.6.2.2.9**), los efluentes de salida procesados en la ETAR cumplirán con los límites de descarga establecidos en la legislación de Paraguay (Resolución 222/02) y en las Guías Generales de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) y las Guías MASS generales y para la Producción de Fertilizantes Nitrogenados de la CFI. Los efluentes serán monitoreados a la salida de la ETAR y su descarga al cauce sólo será posible si cumplen con la legislación paraguaya (Resolución SEAM N° 222/02) y estas guías internacionales, teniendo en cuenta los valores más restrictivos. Como mencionado en la **Tabla 2.6.2.8.b**, habrá instrumentos para medición continua de caudal, temperatura, pH y conductividad, además del monitoreo del un conjunto más amplio de parámetros a ser llevado a cabo con la periodicidad definida en el Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación, como se verá a continuación.

Los datos expuestos en la **Sección 5.2.2.2.3**, que considera algunas plantas industriales ubicadas en el Distrito de Villeta, señala que todas indican en su RIMA el manejo y/o tratamiento de sus efluentes, con vistas al cumplimiento legal, tales como el Proyecto Omega Green, ubicado en parte del AID del Proyecto ATOME.

En cuanto a la calidad del agua del río Paraguay, los datos mostrados en la **Sección 5.2.2.3** indicaron altos niveles de coliformes totales y fecales, nitrógeno y fósforo totales en todas muestras recolectadas en las dos campañas de muestreo (C1 y C2). Para estos dos últimos parámetros, los valores resultaron siempre por encima de los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. En cuanto al oxígeno disuelto, los resultados no cumplieron el límite mínimo de 5 mg/L en la campaña de marzo de 2023, periodo de crecida del río Paraguay.

También en disconformidad con los padrones de calidad, fue observada presencia de aceites y grasas, alto nivel de color del agua, además de las concentraciones de aluminio, hierro soluble y manganeso. Para los demás parámetros se cumplieron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2.

Según informado en la **Sección 5.2.2.3**, la aparición de peces muertos en el río en marzo de 2023 llevó al MADES a realizar recogidas y análisis de la calidad del agua durante el mismo período que la recogida realizada para el presente estudio para investigar las causas de la mortandad de peces, y los resultados de los análisis de OD también indicaron valores muy bajos. No es posible precisar las causas exactas de estos valores bajos, pero según los expertos del MADES, pueden ser el resultado de la crecida del río y del calor¹, que aumentan la concentración de materia orgánica en el agua y la demanda de oxígeno.

En muestreos realizados para los estudios de otro Proyecto en la región (Complejo Industrial de Producción de Biocombustibles de Omega Green), realizados en el mismo punto correspondiente al lugar elegido para la captación de agua del Proyecto de ATOME y durante los meses de noviembre de 2021 y mayo de 2022, se verificó las mismas desconformidades en todas las 10 colectas. Además, se observó que los parámetros de Aluminio y Fósforo Total también estuvieron por encima de los límites de la resolución SEAM N° 222/02 en las 10 colecciones, Color en ocho, Hierro Disuelto en una y DBO₅ en cuatro ocasiones. Cabe señalar que los caudales mínimos medios mensuales del río Paraguay se dan entre los meses de octubre y marzo cuando varían entre 2,701 m³/s a 2,954 m³/s, mientras los máximos ocurren entre mayo y junio con un caudal medio mensual que alcanza los 3,851 m³/s y 4,191 m³/s, respectivamente.

De lo expuesto, se verifica que el muestreo del Proyecto de Omega Green abarcó un período de bajo caudal entre noviembre y marzo, además del muestreo en período de alto caudal en mayo. En todos los períodos, la calidad del agua del río Paraguay se mostró degradada principalmente por la contaminación orgánica. Se verificaron mayores niveles de conductividad eléctrica, sólidos totales y cloruro en los meses de bajo caudal, por lo que se considera la posibilidad de mejora de la calidad del agua en alto caudal por efecto de la dilución de la polución.

En todo caso, se considera que los efluentes de la Planta no contribuirán a la degradación de la calidad del agua del río Paraguay, ya que se cumplirá con la legislación paraguaya (Resolución SEAM N° 222/02) y las guías internacionales, además del pequeño volumen previsto (de 77.3 m³/h).

Teniendo en cuenta los datos de calidad del agua del río Paraguay, obtenidos tanto para el presente estudio, como para el estudio de Omega Green, la contaminación orgánica es una de las principales preocupaciones, además de aceites y grasas, lo que demanda mayor fiscalización y control en cuanto a las descargas de efluentes domésticos a lo largo del río, así como de posibles fugas de combustible o aceite lubricante de las barcas que operan en la zona.

En cuanto a la reducción del caudal del río Paraguay, teniendo en cuenta su caudal promedio anual (3,200 m³/s), el caudal a captar para el Proyecto, de 242.70 m³/h (0.0674 m³/s), representa sólo 0.0021% de este total. Teniendo en cuenta el caudal mínimo del río, que es de 2,701 m³/s, el porcentaje varía ligeramente, pasando a cerca de 0.0025%.

¹ <https://www.mades.gov.py/2023/03/12/muestras-de-agua-de-las-zonas-donde-se-denunciaron-mortandad-de-peces-seran-analizadas/>

Sin embargo, es importante recordar que del caudal total que se extraiga ($242.70 \text{ m}^3/\text{h}$), 77.30 a $84.20 \text{ m}^3/\text{h}$ se devolverán al río en forma de efluentes tratados, lo que dará lugar a un balance neto de extracción de 165.4 a $158.5 \text{ m}^3/\text{h}$, respectivamente. Estos valores corresponden a 0.0016% o 0.0013% del caudal medio del río y a 0.0019% o 0.0015% de su caudal mínimo.

En todo caso, interesa considerar los efectos acumulativos de la reducción del caudal del río Paraguay, especialmente considerando los usos más intensivos. Como se presentó en la **Sección 5.2.2.2.3**, se encontró que para el Distrito de Villeta (período de 2010 a 2014) las mayores captaciones de superficie las realizó el sector industrial, con alrededor del 60.35% , seguido de los usos agrícolas con alrededor del 29.25% .

Aun considerando la extracción total del Distrito de Villeta y el escenario extremo de que todo sería captado del río Paraguay, lo que no es real, se estimó una extracción total de $3.70 \text{ m}^3/\text{s}$ o alrededor del 0.11% del caudal promedio anual del río Paraguay ($3,200 \text{ m}^3/\text{s}$).

A su vez, a partir de los datos de algunos RIMAs consultados de plantas industriales proyectadas para el Distrito de Villeta, se verificó que los caudales de captación variaban entre $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$ y $96.88 \text{ m}^3/\text{h}$, este último referente al Proyecto Omega Green, mencionado anteriormente. El RIMA de esta planta informa que este caudal de agua es necesario como insumo para el proceso de electrólisis y para la trituradora. Sin embargo, no informa del resto del caudal necesario para otros usos. En cuanto al origen de esta agua, el Informe de Auditoría Ambiental del Proyecto Omega Green afirma que, además de la captación de agua subterránea, se utilizará también agua captada del río Paraguay. Sin embargo, ni este informe, ni el RIMA, informan el caudal a ser captado de cada una de las fuentes. Los otros RIMAs consultados indican que la principal fuente de agua es de pozo subterráneo, además de la red de abastecimiento urbano.

El impacto del Proyecto de ATOME en este tramo del río Paraguay por reducción del caudal debe ser evaluado en relación a la línea de base, considerando las estimaciones actuales de extracciones mencionadas anteriormente, y los datos de calidad resultantes del muestreo para línea base realizado para este estudio y los del proyecto Omega Green. En cuanto al potencial de acumulatividad, éste se evalúa en la **Sección 6.1.5**.

Así, considerando que las Plantas de ATOME y de Omega Green son potencialmente las mayores consumidoras de agua del río Paraguay a lo largo del AII, la suma de sus extracciones resulta en aproximadamente $339.58 \text{ m}^3/\text{h}$ o 0.0029% del caudal promedio anual del Río Paraguay ($3,200 \text{ m}^3/\text{s}$) y 0.0035% de su caudal mínimo. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, una parte de este caudal retornará al río en el mismo punto de captación, en forma de efluentes tratados, reduciendo el impacto. Además, no hay información concreta si o cuando el Proyecto Omega Green será construido.

Por lo tanto, se considera que el potencial de la captación para la Planta de ATOME de concentrar la contaminación del río y provocar la degradación de la calidad del agua es muy bajo, aun considerando otras plantas industriales existentes o previstas para el AII.

Por parte del Proyecto de ATOME se buscará la mejora continua para mantener el nivel de descarga de efluentes dentro de los estándares de calidad de agua requeridos, así como minimizar el consumo de agua, incrementar la reutilización, además de considerar usos alternativos de las aguas subterráneas.

Medidas de Mitigación

Las medidas a aplicar para el control y mitigación del impacto son el uso eficiente del agua durante la operación de la Planta, el cumplimiento del límite de caudal a captar a partir del río Paraguay, y el tratamiento de los efluentes según las normas nacionales e internacionales (adoptándose los límites más restrictivos) para devolver un efluente tratado al río con buena calidad. Además de estas medidas, se mencionan las siguientes:

- **Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación**
 - Mantenimiento de la ETAR para garantizar su rendimiento y la calidad del efluente
 - Supervisión de empresas contratadas

Medidas de Monitoreo

- **Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación**
 - Monitoreo del efluente tratado
 - Monitoreo de la calidad del agua y volumen del caudal captado

Calificación del impacto resultante

Con la aplicación de todas las medidas previstas, el impacto resultante de la fase de operación es negativo, de incidencia indirecta y con alcance en el AII. Es de probabilidad baja, de ocurrencia inmediata, totalmente reversible. Se considera un impacto de baja magnitud y baja importancia. Corresponde a impacto de potencial acumulativo, como se verá en la **Sección 6.1.5**. Teniendo en cuenta que se trata de un impacto fácil de mitigar, la importancia residual también ha resultado baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Indirecta
Temporalidad (Inducción)	Inmediata	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

2.02 – Impacto en la calidad del agua del río Paraguay durante la implantación de infraestructura de captación de agua

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos

Análisis del impacto potencial

La implementación de la infraestructura de captación de agua en la ribera del río Paraguay implicará la remoción de vegetación y limpieza de terrenos, excavaciones, ejecución de fundaciones y estructuras de protección de taludes, además de las obras civiles para construcción de la caseta de bombeo. En parte, estas acciones se realizarán en áreas que ya son susceptibles al proceso de erosión lateral y marginal del río. De esta manera, las acciones constructivas también pueden contribuir a la intensificación de los procesos de erosión ya existentes.

Se considera que las estructuras se implantarán en periodos de aguas bajas en el río Paraguay. Por lo tanto, estas acciones tienen el potencial de resultar en la exposición del suelo y provocar cambios en la calidad del agua, principalmente a través de la intensificación de los procesos de erosión y la entrada de sedimentos al agua.

Entre las posibles modificaciones en las propiedades físicas del agua con el consiguiente cambio en la calidad se encuentran las alteraciones en el color, incremento de turbidez y el aumento de la concentración de sólidos totales. Las alteraciones químicas potenciales surgen principalmente del aporte de contaminantes presentes en el sedimento. Como se vio en la **Sección 5.2.2.5**, los análisis de la muestra de sedimentos recogidas en el lugar previsto para la construcción de la estructura de captación de agua mostraron que la mayoría de los parámetros que tienen límites establecidos por la normativa internacional están por debajo de ellos. Sin embargo, el valor del níquel superó el límite de la norma, y el fósforo total, aunque no está limitado por las guías, resultó elevado, lo que indica una probable contaminación por fertilizantes usados en áreas agrícolas circundantes. Los análisis de las muestras de agua recogidas en el mismo lugar también indican esta probable contaminación.

Como se muestra en la **Sección 5.2.2.3**, las muestras de agua analizadas indicaron altos niveles de coliformes totales y fecales, nitrógeno y fósforo totales en los tres puntos muestreados en marzo (C1) y junio (C2) de 2023. Para estos dos últimos parámetros, los valores siempre resultaron por encima de los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. En cuanto al oxígeno disuelto, los resultados no cumplieron el límite mínimo de 5 mg/L en la campaña de marzo de 2023, periodo de crecida del río Paraguay. También en disconformidad con los padrones de calidad, fue observada presencia de aceites y grasas, alto nivel de color del agua, además de las concentraciones de aluminio, hierro soluble y manganeso. Para los demás

parámetros se cumplieron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. De esta manera, se observa que las aguas del río Paraguay ya muestran la ocurrencia de parámetros de calidad en desacuerdo con los estándares establecidos, aun teniendo en cuenta sus altos caudales y la correspondiente capacidad de dilución.

Las alteraciones en la calidad del agua, tanto las físicas como las químicas, pueden representar interferencia con el hábitat de las comunidades acuáticas. Es importante señalar que el área de la casa de bombeo es muy pequeña y las actividades de excavación/dragado tendrán una duración de corto plazo. Además, las actividades de construcción aplicarán metodologías/tecnologías de punta para minimizar movilización de sedimentos y procesos de erosión.

Medidas de Mitigación

Dadas estas condiciones potenciales, se prevén las siguientes medidas en el PGAS para prevenir, controlar y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción**
 - Control de las actividades de supresión de vegetación
 - Gestión de las actividades de movimiento de tierras, incluyéndose buenas prácticas para excavación, dragado y control de procesos de erosión
 - Control del tráfico de construcción
 - Gestión de aguas y efluentes
 - Prevención y control de la contaminación del suelo
 - Gestión de residuos sólidos
 - Manejo de materiales peligrosos
 - Recuperación de áreas degradadas por las obras
 - Medidas de monitoreo de calidad ambiental

- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
 - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
 - Procedimiento de Garantía de Conformidad
 - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
 - Capacitación Laboral

Calificación del impacto resultante

Este impacto de la fase de construcción tiene una naturaleza negativa, área de influencia pequeña (alcance en el AID, incidencia directa y baja probabilidad de ocurrencia. La inducción es inmediata y la duración es de corto plazo debido al tamaño pequeño de la estructura a ser construida. Tras la finalización de las actividades de implantación de la infraestructura de captación de agua, no hay previsión de que sedimentos y contaminantes asociados lleguen al río. Es un impacto reversible y localizado debido al tamaño de la caseta de bombeo, siendo considerado de magnitud baja e importancia baja. Se trata de un impacto totalmente mitigable y, por tanto, de importancia residual baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Impacto en la calidad del agua del río Paraguay debido a la implantación de infraestructura de captación de agua			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Totalmente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

3 - Impactos en la Calidad del Aire

3.01 – Impacto en la calidad del aire durante la construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.03 - Calidad del Aire

Análisis del impacto potencial

Este impacto está asociado principalmente a la suspensión de polvo y a las emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes móviles (equipos y vehículos). El primer aspecto resulta de las actividades de limpieza del terreno, excavaciones y movimiento de tierras para la implantación del campamento de construcción, apertura de accesos, excavación para colocación de la tubería subterránea para captación de agua y ejecución de las fundaciones de las estructuras de la Planta y de las torres de la LT, además de la circulación de vehículos por los accesos internos no pavimentados.

Las emisiones atmosféricas de fuentes móviles, a su vez, se derivan del uso de vehículos y equipos (generadores, tractores, retroexcavadoras, etc.) en los frentes de trabajo, en el campamento de construcción y durante el transporte de materiales por las carreteras que se utilizarán para las obras. La combustión de derivados de hidrocarburos en los equipos y vehículos genera emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno y de dióxido y monóxido de carbono, determinando potenciales efectos negativos sobre la calidad del aire local. En este caso, el impacto potencial está relacionado con las condiciones de mantenimiento de los equipos y maquinaria que utilizan estos combustibles.

Como se indica en la Acción A.2.05 en la **Sección 6.1.2**, el tráfico de vehículos pesados relacionado con el proyecto se estima en hasta 1 a 8 viajes diarios en autobús para transporte de trabajadores durante el periodo de obras, un total de 5,430 viajes de camión en un periodo de 90 días para transporte de material de relleno, 450 viajes distribuidos en 5 meses para transporte de contenedores con mercancías importadas, además del transporte de cargas sobredimensionadas.

La suspensión de polvo y las emisiones de gases pueden causar molestias a los cuatro o seis residentes de la casa vecina a la Planta, además de posibles daños a la vegetación y fauna.

Como la Ruta Villeta - Alberdi está toda pavimentada a lo largo del tramo entre Villeta y el terreno de la Planta, además de los accesos entre Asunción y Villeta que puedan ser utilizados durante las obras, las molestias a los habitantes de los alrededores de las carreteras a ser utilizadas sólo estarán relacionadas con la emisión de gases de combustión de los vehículos de construcción, pero debido al número ya existente de vehículos en la carretera comparado con el número de vehículos asociados al proyecto, el impacto del proyecto es pequeño. Es importante comparar el tráfico del Proyecto en relación con el número medio de vehículos diarios que circulan por las carreteras que se van a utilizar durante las obras. En la **Tabla 6.1.3.1.a** que figura a continuación se comparan los desplazamientos que se realizarán durante las obras del Proyecto y el porcentaje que representan en relación con los vehículos equivalentes al día en las dos carreteras a ser utilizadas, según los cálculos que se muestran en las **Tablas 6.1.3.3.a** y **6.1.3.3.b** de la **Sección 6.1.3.3**.

Tabla 6.1.3.1.a

Viajes del proyecto en relación con el tráfico medio en las carreteras

Viajes del Proyecto	Vehículos equivalentes al día - Ruta Villeta - Alberdi	% del total	Vehículos equivalentes al día - Acceso Sur	% del total
1 viaje diarios en autobús	48.4	2.1	255.2	0.4
8 viajes diarios en autobús	48.4	16.5	255.2	3.1
6 viajes diarios de camión con material de relleno	178.5 / 376.2	3.4 / 1.6	1,558.9 / 2,149.4	0.4 / 0.2
3 viajes diarios de camión para transporte de contenedores con mercancías importadas	178.5 / 376.2	1.7 / 0.8	1,558.9 / 2,149.4	0.2 / 0.1
1 viaje de carga sobredimensionada cada 4 días entre enero y diciembre de 2025	760	0.3	2,545	0.04

Teniendo en cuenta las cifras anteriores, se observa que el tráfico de vehículos pesados del Proyecto no representa un impacto material en el tráfico de las carreteras que se utilizarán y, por tanto, no deben ser responsables del deterioro de la calidad del aire debido a las emisiones de gases de combustión.

También a la vista de las cifras mencionadas, tampoco se considera que este tráfico incremental del Proyecto pueda representar una molestia para los residentes de los asentamientos Sol Naciente y Don Bosco, que están a los márgenes de la Ruta Villeta – Nueva Italia, que es paralela y próxima (220 m) a la Ruta Villeta Alberdi.

Medidas de Mitigación

Las medidas dirigidas a la prevención y mitigación de este impacto están en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, destacándose los procedimientos de control de las emisiones de polvo, incluyendo humectación del suelo para minimizar las emisiones durante la época de sequía, y emisiones de gases de combustión de los vehículos y equipos de

construcción, exigibles en cada frente de trabajo o actividad, el mantenimiento de los vehículos y equipos. También de este Programa se aplican las medidas de control ambiental para las actividades de supresión de vegetación, con la prohibición del uso del fuego, así como procedimientos para optimizar los trabajos y minimizar el uso de maquinaria y equipos y, en consecuencia, las emisiones atmosféricas y la gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción, que prevé el mantenimiento de los generadores de emergencia. Además, se menciona que será un requisito del contrato con los EPCistas que sólo se permitirá la entrada en la Planta a los vehículos y equipos pesados que estén en buenas condiciones de funcionamiento, lo que también contribuirá para evitar pequeños vertidos y garantizar que las emisiones de combustión de los equipos y vehículos estén dentro de los límites establecidos por normas.

También se menciona la Supervisión de la Construcción y las Medidas de Monitoreo de Calidad Ambiental a ser implementadas por ATOME como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social** y las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, principalmente la comunicación con los posibles afectados y el Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes.

Medidas de Monitoreo

Programa de Control Ambiental de la Construcción

- Monitoreo visual de emisiones (escala Ringelmann) de los vehículos y maquinaria de construcción
- Monitoreo de emisiones atmosféricas de fuentes fijas

Calificación del impacto resultante

Este impacto negativo de la fase de construcción tiene alcance en el ADA/AID (y puede molestar a los cuatro trabajadores en la propiedad vecina) y se extiende al AII por incluir las carreteras de acceso. Es directo, de inducción inmediata y de corto plazo de duración. Es reversible y de ocurrencia cierta. La magnitud es baja y la importancia es media, pero para los residentes de la vivienda vecina se consideran de media a alta. Se trata de un impacto altamente mitigable, que ha resultado en una importancia residual moderada.

Calificación del impacto (atributos)			
Impacto en la calidad del aire durante la construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID y AII
Etapa de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Importancia	Media y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Mitigabilidad	Totalmente Mitigable		
Importancia residual	Moderada para los trabajadores de la propiedad vecina		

3.02 – Impacto en la calidad del aire durante la operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.03 - Calidad del Aire

Análisis del impacto potencial

Durante la operación de la Planta, se emitirán gases a la atmósfera. Para evaluar el impacto de las emisiones atmosféricas de la operación de la Planta en la calidad del aire y cumplimiento con estándares nacionales e internacionales, se realizó un estudio de dispersión atmosférica considerando las emisiones de gases fijas preliminares previstos para la Planta, las condiciones meteorológicas y los datos de línea de base de calidad del aire. Para el estudio se utilizó el modelo de dispersión de pluma gausseana AERMOD (software AERMOD View versión 12.0.0 de Lakes Environmental). El informe completo del estudio de dispersión se presenta en el **Anexo 4**. Es importante señalar que el modelo de dispersión atmosférica se ha realizado utilizando datos preliminares, ya que el diseño no se ha finalizado. Se espera que se realice un nuevo AERMOD con los datos de ingeniería definitivos y las garantías de emisiones atmosféricas.

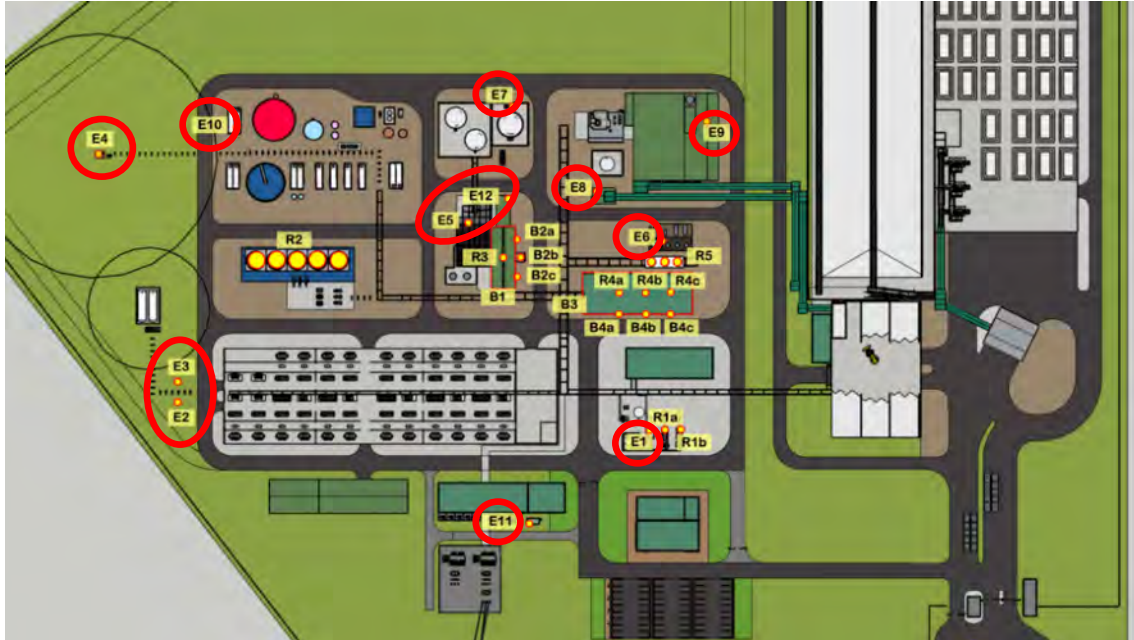
A continuación, se enumeran los puntos de la Planta en los que se emitirán gases, que se indican en la **Figura 6.1.3.1.a**.

- E1 – Salida de aire enriquecido con O₂ en la USA
- E2 - Venteo de O₂ en la Planta de H₂
- E3 - Venteo de H₂ en la Planta de H₂ (intermitente)
- E4 - Antorcha principal de NH₃
- E5 - Descarga de la Planta de ácido nítrico (AN) tras mitigación
- E6 - Venteo de gas proceso de la Unidad de Síntesis de NH₃
- E7 - Antorcha secundaria de NH₃
- E8 – Salida de polvo de la planta de molienda
- E9 - Salida de polvo de la planta de granulación
- E10 - Chimenea de escape del generador diésel del sistema contra incendios
- E11 - Chimenea de escape del generador de emergencia
- E12 - Chimenea de escape de la caldera auxiliar de la Planta de AN

Según información de la ingeniería, una parte de los gases emitidos de forma continua (i.e., H₂, N₂, H₂O, O₂ y Argón) no son contaminantes, considerando que el aire atmosférico está compuesto por 78% N₂, 20.9% O₂, 0.96% Argón, 0.014% CO₂ y H₂O (en forma de vapor de agua), adicionalmente, contiene trazas de gases como el neon, helio, metano y kriptón. Además, algunas emisiones serán puntuales e intermitentes. Sin embargo, hay algunas emisiones de la Planta que, a pesar de su pequeño volumen, son gases contaminantes a ser emitidos de forma continua y por lo tanto requieren un mayor control y demostración de cumplimiento de los estándares. Es el caso de las emisiones previstas en las Antorchas principal y secundaria de NH₃ (E4 y E7), en la Descarga de la Planta de ácido nítrico (AN) tras mitigación (E5), en la Salida de polvo de la planta de molienda (E8) y en la Salida de polvo de la planta de granulación (E9).

Figura 6.1.3.1.a

Ubicación de los equipos con emisiones atmosféricas en la operación. E1 al E3, E6: Gases no contaminantes; E4, E5, E7, E8 y E9: Fuentes de emisión continua; E10, E11, E12: Fuentes de emisión intermitente (eventos programados o contingencias)



La **Tabla 6.1.3.1.b** a continuación, extraída del informe del **Anexo 4**, muestra las características de estas 5 fuentes fijas del Proyecto y las tasas de emisión de cada contaminante atmosférico.

Las emisiones de estas 5 fuentes se modelizaron utilizando el modelo AERMOD versión 12.0 ya mencionado al principio de esta sección, y las principales conclusiones se describen a continuación.

Como resultados de la modelización de dispersión se obtuvieron los valores máximos para cada uno de los contaminantes atmosféricos en situación de funcionamiento en régimen, los cuales fueron sumados a los resultados de las concentraciones medidas en el campo para la línea base. Los resultados se muestran en la **Tabla 6.1.3.1.c** a continuación, comparados a los límites de la Resolución N° 259/15 y con los estándares de las Guías de la CFI (que son los mismos de la Organización Mundial de la Salud - OMS).

En la secuencia a las Tablas se presentan las **Figuras 6.1.3.1.b** a **6.1.3.1.f** con los mapas de isoconcentración producto del funcionamiento de la Planta en condiciones de régimen para los períodos de 1, 8 y 24 horas, así como para el período anual.

Tabla 6.1.3.1.b

Datos de emisiones y escapes de fuentes estacionarias proporcionados por el Proyecto

		Funcionamiento continuo (en régimen) – operación normal				
		E4 - Antorcha principal de NH ₃	E5 - Descarga de la Planta de AN tras mitigación	E7 - Antorcha secundaria de NH ₃	E8 - Salida de polvo de la planta de molienda	E9 - Salida de polvo de la planta de granulación
Características del emisor	Cota salida de chimenea por sobre nivel de suelo (m)	16	59,2	16	15	72
	Diámetro interno (m)	0.61	0.95	0.61	0.8	3.3
Características de la emisión	Flujo de la emisión (Nm ³ /h)	98	58,212	98	17,000	220,000
	Temperatura de salida (°K)	1,173	433	1,173	358	323
Tasas de emisión (g/s)	Material particulado (PM ₁₀)	-	-	-	PM ₁₀ : 0.175	3.06
	Material particulado (PM _{2,5})	-	-	-	PM _{2,5} : 0.061	-
	Óxidos de nitrógeno (NO ₂)	0.0028	0.33	0.0028	-	-
	Monóxido de Carbono (CO)	0.0153	-	0.0153	-	-
	Amoníaco (NH ₃)	-	0.061	-	-	3.06

Tabla 6.1.3.1.c

Resultados obtenidos en la modelización durante funcionamiento en régimen y comparación con la normativa de referencia

Parámetro	Período	Resultados modelación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Línea de base ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Resultados modelación + línea de base ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Resolución Paraguay N° 259/15 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Guía IFC (OMS 2021) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1 h	21.2	768 ¹	789.2	-	35,000
	8 h	7.7	400	407.7	10,000	10,000
	24 h	3.1	400	403.1	-	4,000 ²
NO ₂	1 h	3.5	3.8	7.3	200	200
	24 h	0.6	2.7	3.3	-	25 ²
	Anual	0.05	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	40	10
PM ₁₀	24 h	8.1	15	23.1	150	-
	24 h – percentil 99. 4 ^{to} día mayor concent ²	5.5		20.5	-	45 ²
	Anual	1.1	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	-	15
PM _{2,5}	24 h	4.2	10	14.2	30	-
	24 h – percentil 99. 4 ^{to} día mayor concent ²	3.5		13.5	-	15 ²
	Anual	0.7	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	15	5
NH ₃	1 h	11	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	-	-

¹ Concentración máxima medida en 10 minutos

² Percentil 99 (es decir, 3-4 días de superación por año).

Fuente: Informe de la Modelación de calidad de aire. CSI Ingenieros (2023) (Anexo 4).

Figura 6.1.3.1.b
Mapa de isoconcentraciones de CO – operación en régimen 1, 8 horas y 24 horas

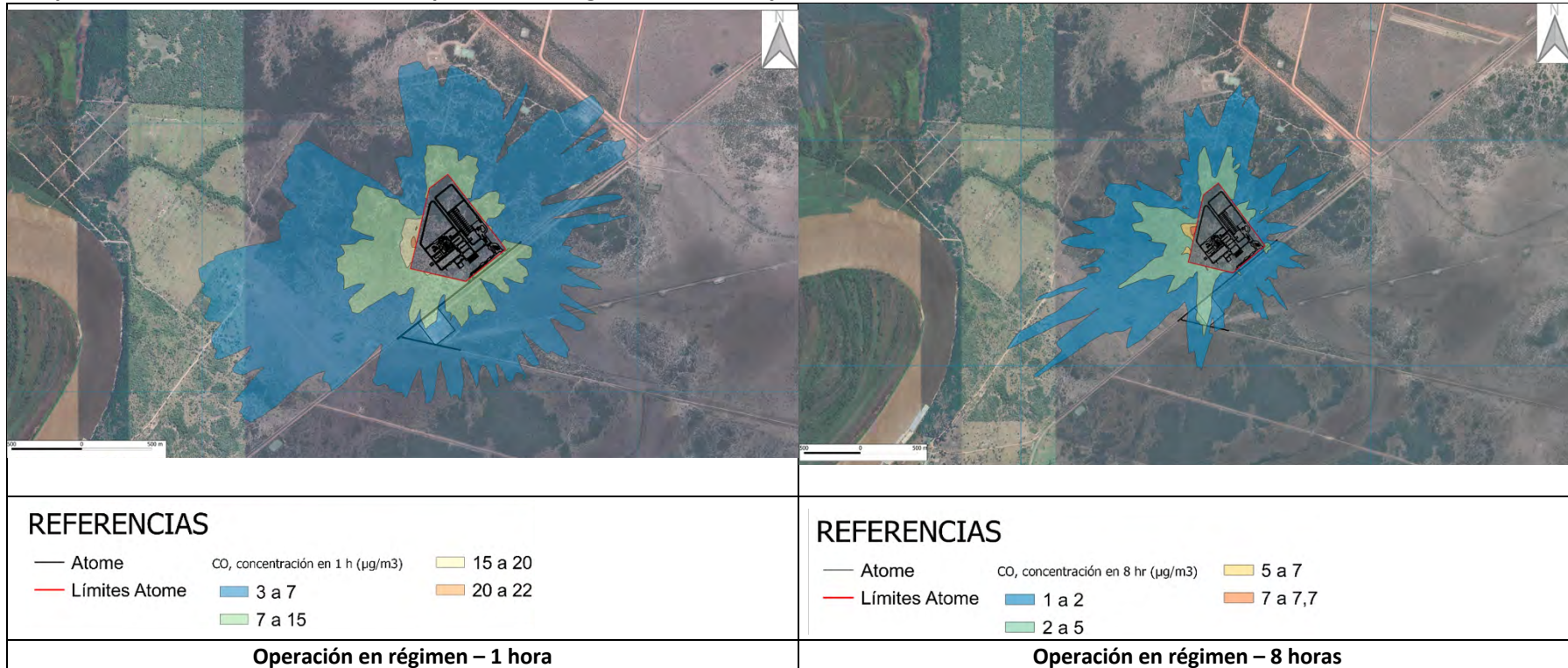


Figura 6.1.3.1.b
Mapa de isoconcentraciones de CO – operación en régimen 1, 8 horas y 24 horas



Figura 6.1.3.1.c
Mapa de isoconcentraciones de NO₂ – operación en régimen 1 y 24 horas y anual

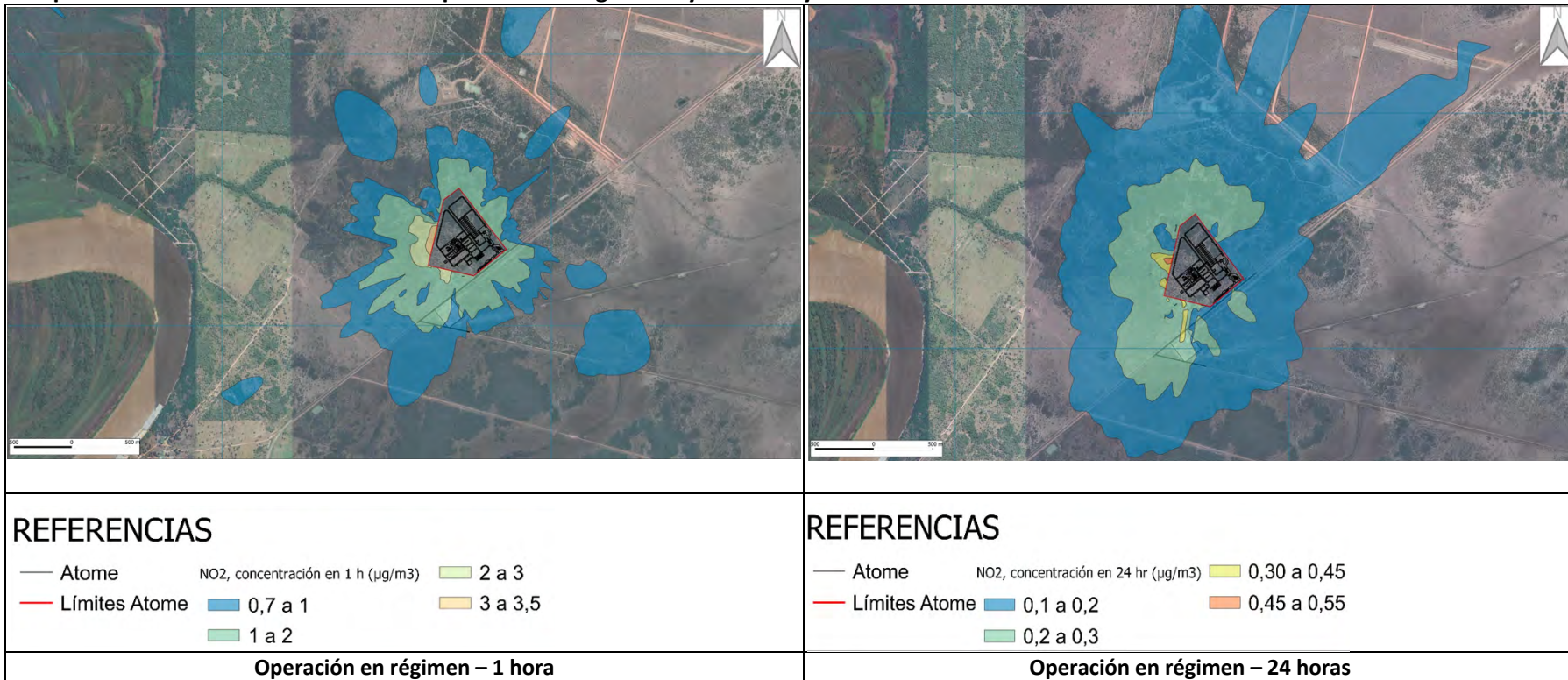


Figura 6.1.3.1.c
Mapa de isoconcentraciones de NO₂ – operación en régimen 1 y 24 horas y anual

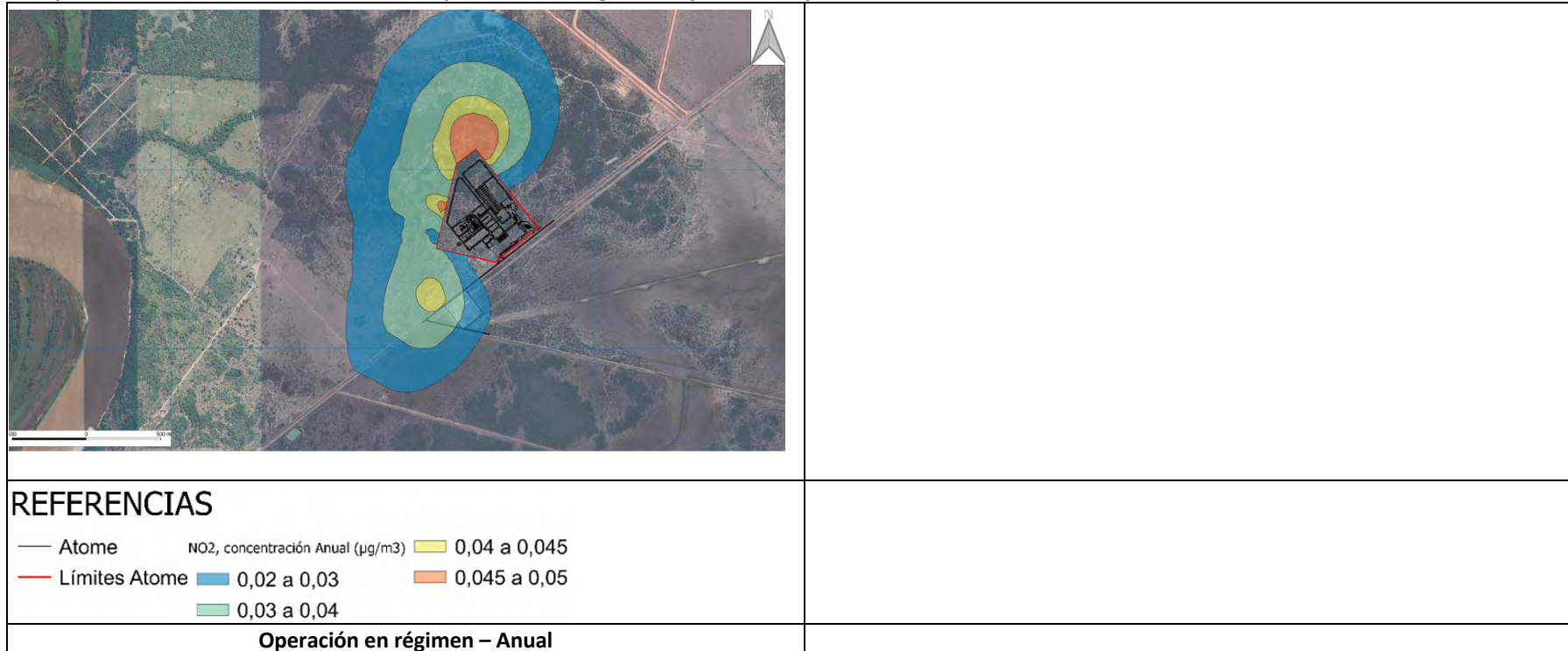


Figura 6.1.3.1.d
Mapa de isoconcentraciones de PM₁₀ – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99* y anual

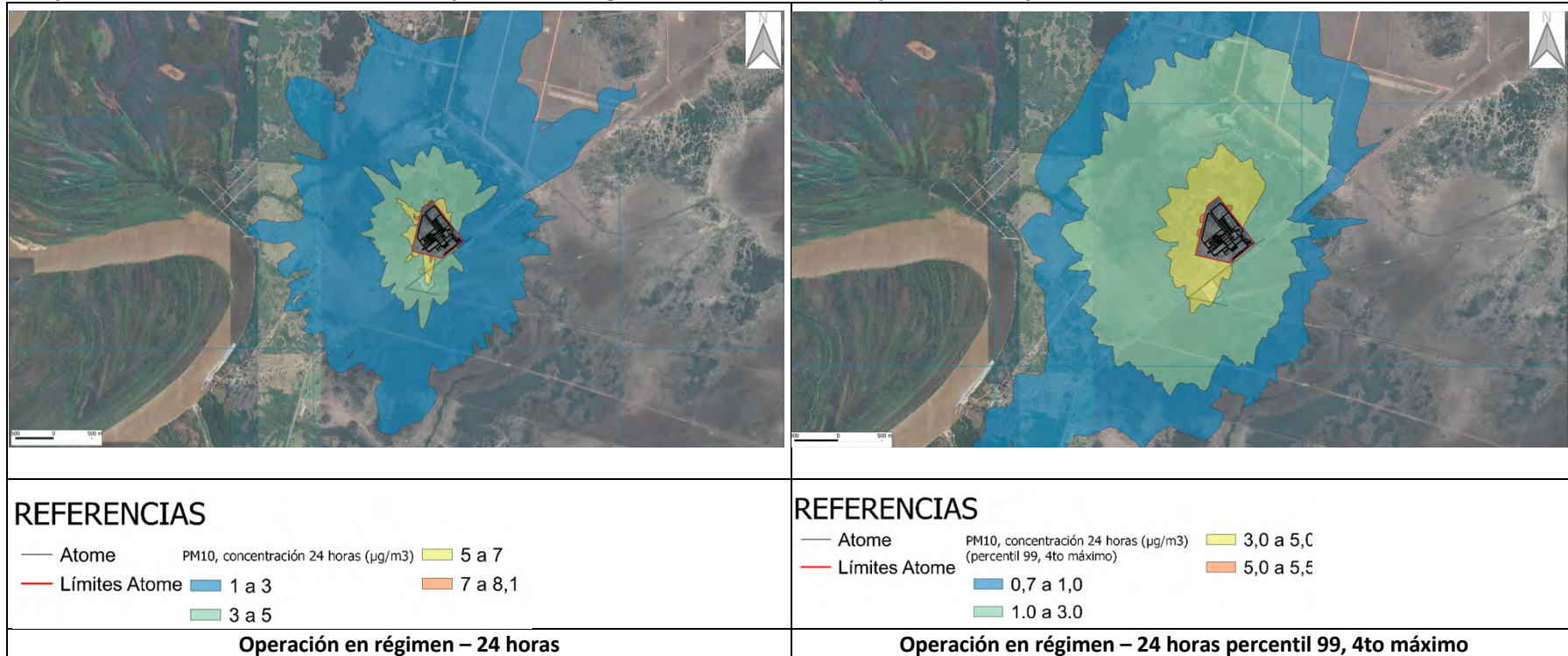
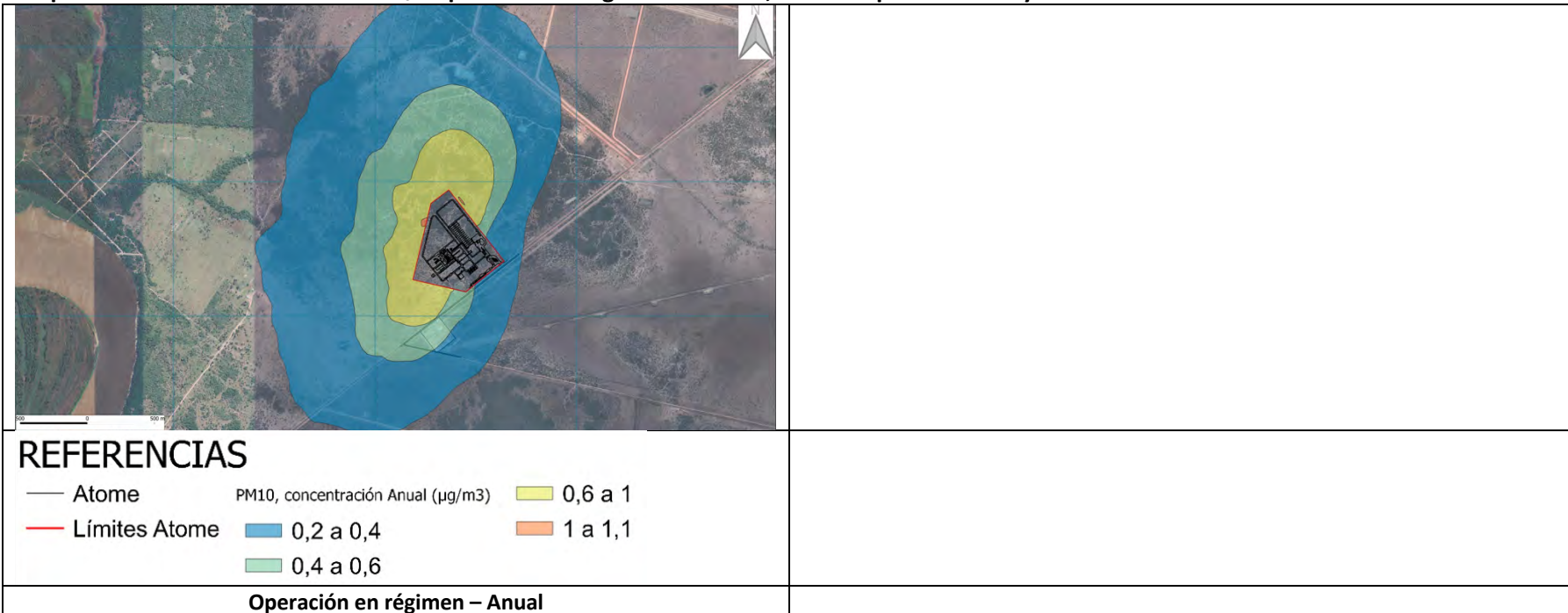


Figura 6.1.3.1.d
Mapa de isoconcentraciones de PM₁₀ – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99* y anual



* percentil 99 – corresponde al 4to día de mayor concentración (la guía de la CFI establece que el máximo valor de calidad objetivo esperable corresponde al percentil 99, lo que implica que puede ser superado en 3 a 4 días al año)

Figura 6.1.3.1.e
Mapa de isoconcentraciones de PM_{2.5} – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99 y anual

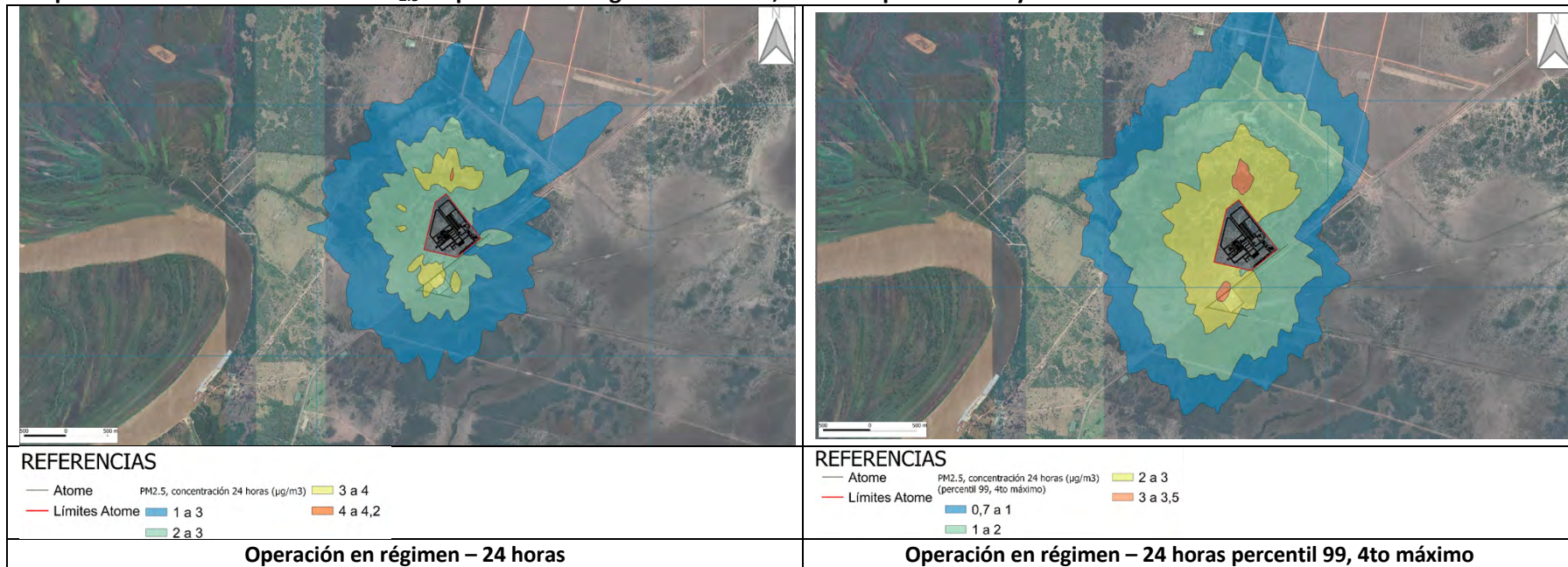


Figura 6.1.3.1.e
Mapa de isoconcentraciones de PM_{2.5} – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99 y anual

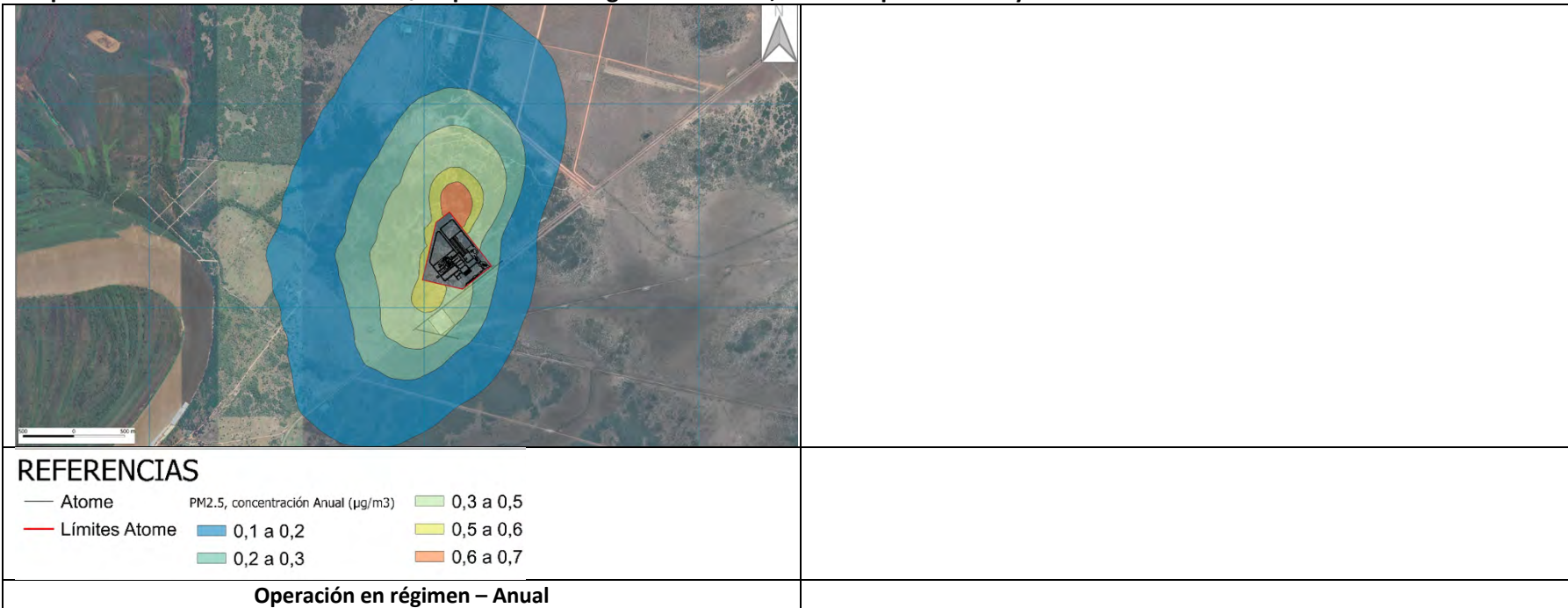
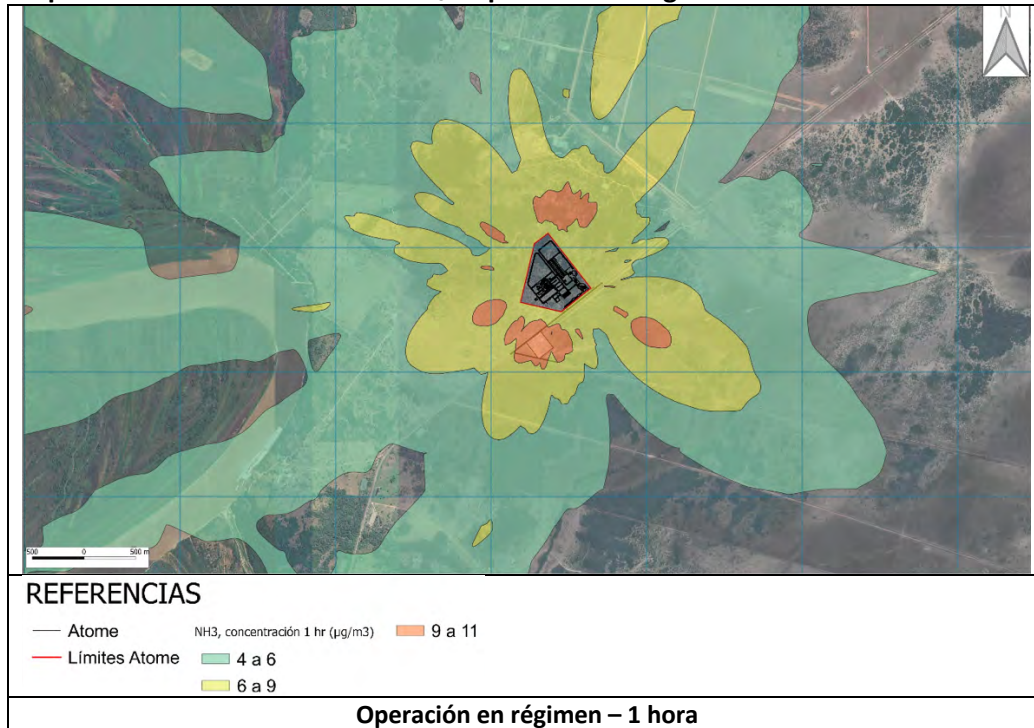


Figura 6.1.3.1.f
Mapa de isoconcentraciones de NH₃ – operación en régimen 1 hora



Como muestran las Figuras anteriores y los resultados de la **Tabla 6.1.3.1.c**, con respecto al parámetro CO, el incremento que generará el proyecto será muy reducido en comparación con la línea de base, y las concentraciones esperadas en el escenario futuro (proyecto + línea de base) presentan valores sensiblemente inferiores a los límites de la Resolución N° 259/15 y de la Guía de la CFI.

Con respecto al NO₂, tanto el aporte del Proyecto como la situación actual (línea de base) presentan valores bajos en períodos de 1 y 24 horas, por lo que no se prevé superación de los valores de calidad objetivo en la situación futura. Tampoco se prevé la superación del valor de calidad objetivo anual debido a que el aporte incremental de Proyecto será muy bajo.

Con respecto a la emisión de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), el aporte incremental del Proyecto es bajo, tanto para el período diario como anual. La situación futura (línea de base + proyecto operando) cumplen con los valores de calidad objetivo de la normativa paraguaya y la Guía de la CFI. Con respecto a los valores de concentración anual de PM₁₀ y PM_{2.5}, al no contar con la caracterización de la situación actual (línea de base) no se puede predecir el nivel de cumplimiento de la situación futura. No obstante lo anterior, sería razonable suponer que no se generará una superación de los valores anuales previstos en la normativa paraguaya y guías de referencia, debido al acotado aporte incremental que se prevé que genere el proyecto.

Con respecto a la emisión de amoníaco (NH₃), el Proyecto prevé una emisión de baja magnitud durante la operación en régimen. La máxima concentración horaria prevista es sensiblemente inferior al valor guía de 1,400 µg/m³ establecido por la Autoridad Ambiental de Alberta, Canadá, que se utiliza como referencia en este caso.

Por el expuesto, no se prevé una afectación a la calidad del aire futura producto del funcionamiento en régimen del Proyecto (funcionamiento continuo bajo condiciones normales de operación).

Para casos de emisiones no rutinarias, se considerarán medidas de mitigación que incluyen la comunicación a los vecinos sobre estas emisiones y se destacará e incentivará el uso del mecanismo de atención de quejas.

Basándose en los mapas de isoconcentración presentados en las **Figuras 6.1.3.1.b a 6.1.3.1.f** y en la ubicación de la casa vecina a la futura Planta, se estimaron las concentraciones de contaminantes cerca de la vivienda más cercana durante la operación en régimen. Los valores estimados se muestran en la **Tabla 6.1.3.1.d**, además de la suma de los mismos con los resultados de la línea base. Como puede verse, todos los valores cumplen los límites de la Resolución N° 259/15. En cuanto a la Guía de la CFI, casi todos los límites establecidos son cumplidos. Solo para el PM_{2.5} se supera en 2.3 µg/m³ el valor guía, pero se cumple la cuarta meta intermedia. Por esta razón, se destaca nuevamente que el proyecto preverá medidas de mitigación adicionales para reducir las emisiones de PM_{2.5} y PM₁₀.

Tabla 6.1.3.1.d
Suma de las concentraciones calculadas y medidas en el emplazamiento de la casa vecina

Parámetro	Período	Resultados modelación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Línea de base ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Suma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Res. N° 259/15 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Guía IFC (OMS 2021) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la suma (valor más alto) en relación con el límite más restrictivo
CO	1 h	7 a 15	768 ¹	775 - 783	-	35,000	2.2
	8 h	2 a 5	400	402 – 405	10,000	10,000	4.0
	24 h	0.5 a 1	400	400.5 – 401	-	4,000 ²	10.0
NO ₂	1 h	1 a 2	3.8	4.8 a 5.8	200	200	2.9
	24 h	0.2 a 0.3	2.7	2.9 a 3	-	25 ²	12
	Anual	0.05	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base*	40	10	-
PM ₁₀	24 h	7 a 8.1	15	22 a 23.1	150	-	15.4
	24 h – percentil 99. 4 ^{to} día mayor concent ²	3 a 5		18 a 20	-	45 ²	44.4
	Anual	0.6 a 1	Sin dato	SC	-	15	5.3
PM _{2,5}	24 h	2 a 3	10	12 a 13	30	-	43.3
	24 h – percentil 99. 4 ^{to} día mayor concent ²	2 a 3		12 a 13	-	15 ² (guía)	86.6
	Anual	0.3 a 0.5	Sin dato	SC	15	5	-
NH ₃	1 h	6 a 9	Sin dato	SC	-	-	-

*SC: sin calcular por falta de valor de línea de base.

¹ Concentración máxima medida en 10 minutos

² Percentil 99 (es decir, 3 a 4 días de superación por año)

Medidas de Mitigación

Cabe mencionar que las chimeneas serán diseñadas para cumplir los requisitos de rendimiento ambiental relacionados con la capacidad de quema de humos, los límites de opacidad, y la concentración de contaminantes a nivel del suelo permitida en relación con la legislación ambiental de Paraguay. Además de las tecnologías de control incorporadas al diseño de la chimenea, las **Tablas 2.3.2.1.2.a y 2.3.2.2.a** también mencionan acciones tomadas en el diseño de la Unidad de Síntesis NH₃ y de la Planta de Acido Nitrico para mitigar el impacto en la calidad del aire en la operación de la Planta, las cuales se menciona a continuación:

- Unidad de Síntesis NH₃:
 - elección del catalizador AMOMAX-Casale;
 - producción de amoniaco a partir de hidrógeno electrolítico;
 - reutilización de los condensados provenientes de lavadores de gases, purgas y tanques flash en procesos dentro de la planta de amoniaco y/o planta de AN, en un circuito cerrado;
 - implementación de un sistema de control avanzado del proceso;
 - uso de intercambiadores de calor indirectos en el reactor de síntesis de amoniaco.

- Planta de AN:
 - instalación de filtros en corriente de aire y amoniaco liquido/vapor para eliminar impurezas de materia prima;
 - instalación de mezclador estático aire-amoniaco para evitar exceso de amoníaco en el quemador y sobrecalentamiento del catalizador;
 - control de la distribución de la mezcla aire-amoniaco, velocidad, tiempo de contacto y temperatura de oxidación en el el catalizador;
 - monitoreos de niveles de N₂O en el gas de cola;
 - optimización de NH₃/aire y de condiciones de presión y temperatura en la oxidación;
 - uso de Sistema de abatimiento compuesto por catalizadores de Fe y zeolita a la salida de los gases de cola.

El mantenimiento de los equipos y maquinaria a ser realizado por los trabajadores de O&M de la Planta está incluido como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**.

Cabe mencionar también el Mecanismo de Manejo de Reclamos del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, a través del cual serán recibidas eventuales quejas de la población relacionadas con un empeoramiento de la calidad del aire vinculado al Proyecto, lo que podrá exigir la intensificación del monitoreo y la proposición de medidas complementarias de mitigación y atenuación.

Medidas de Monitoreo

Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación

- Monitoreo de calidad del aire y monitoreo de emisiones atmosféricas de las chimeneas

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de las tecnologías de control para minimizar/controlar las emisiones, el impacto en la calidad del aire se califica como negativo, de ocurrencia de la fase de operación, y de alcance en el AID. Es directo, de inducción de corto plazo después del inicio de la operación, y de larga duración. Es mitigable y cierto. La magnitud y la importancia son medias. Se trata de un impacto con potencial efecto acumulativo, como se verá en la **Sección 6.1.5**. Teniendo en cuenta que es un impacto medianamente mitigable, la importancia residual se considera moderada. Como ya se ha mencionado, se trata de resultados preliminares, ya que el diseño aun no está finalizado. A medida que avance la ingeniería, se incorporarán al proyecto cambios adicionales en el diseño y las tecnologías de control para garantizar el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales.

Calificación del impacto (atributos)			
Impacto en la calidad del aire durante la operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Parcialmente reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierto
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Medianamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada		

3.03 – Reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de la huella de carbono en la producción de H₂, NH₃ y fertilizantes verdes

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.03 – Clima y Calidad del Aire

Análisis del impacto potencial

El 70% de amoníaco producido mundialmente se utiliza principalmente en la producción de fertilizantes, así como para la refinera y el sector industrial. Siendo el amoníaco el segundo químico más producido en el mundo², alrededor de 200 Mt/año³, y como el 95% del hidrógeno como materia prima se deriva de combustibles fósiles - representando aproximadamente el 2% del uso mundial de combustibles fósiles - la producción de amoníaco es responsable de la emisión de 420 Mt/año de CO₂-eq. Este valor es el 20% del consumo de energía del sector químico en general y alrededor del 35% de las emisiones del sector. En comparación con el sector energético en su conjunto, la producción de amoníaco representa alrededor del 2% del

² Impulsado principalmente por el crecimiento de la población, se prevé que aumente a alrededor de 270 Mt/año de amoníaco para 2050

³ Mt: Millones de toneladas; t: toneladas

consumo final de energía y el 1.3% de las emisiones del sector energético (incluidas las emisiones relacionadas con la energía y los procesos industriales).

Se estima que la demanda de energía y las emisiones directas de CO₂ en la producción de amoníaco han aumentado un 30% desde 2000, mientras que los volúmenes de producción han aumentado un 40%⁴. El proceso de producción de amoníaco a través de combustibles fósiles es energéticamente intensivo pudiéndose encontrar ratios de emisión de aproximadamente 2.84 tCO₂-eq por t de NH₃ producido⁵.

Para descarbonizar la industria alimentaria, las diferentes alternativas al sistema de producción de amoníaco son clave. La electrificación del proceso de Haber Bosch emplea la electricidad generada a partir de energías renovables para la producción hidrógeno verde con el proceso de electrólisis del agua, resultando en emisiones de CO₂-eq prácticamente nulas durante la producción del amoníaco y, por ende, del fertilizante.

Se estima que la mayoría de los impactos de la producción de amoníaco depende principalmente de los métodos utilizados para producir hidrógeno, pudiendo representar alrededor del 90% de sus emisiones⁶⁷. Se encuentra que la producción basada en electrólisis de agua y energías renovables tiene un desempeño ambiental favorable en términos de reducción de emisiones de GEI como acción contra el cambio climático⁸. Los valores presentados en la **Tabla 6.1.3.1.e** son resultados del análisis del ciclo de vida (LCA)⁹, considerando la huella de carbono en las etapas de construcción y operación, para diferentes escenarios de producción de amoníaco.

Tabla 6.1.3.1.e

Resumen de emisiones de CO₂-eq para diferentes escenarios del LCA de la producción de amoníaco - dichas emisiones consideran tanto las etapas constructivas y operativas

Origen de energía	Proceso de producción de hidrógeno	Emisiones (t CO ₂ -eq/ t NH ₃)
Combustibles fósiles	Reformado con vapor + CAUC	1.7 ¹⁰
Combustibles fósiles	Reformado con vapor	2.8 ¹¹
Eólica	Electrólisis del agua	0.24 ¹²
Hidroeléctrica	Electrólisis del agua	0.66 ¹³

⁴ Mt: Millones de toneladas; t: toneladas

⁵ Las intensidades energéticas se muestran en términos brutos para facilitar la comparación entre productos y sectores, es decir, excluyendo las cantidades de vapor y otros portadores de energía que se producen como subproductos. El consumo de energía industrial incluye la energía utilizada en los altos hornos y hornos de coque y la materia prima química. Las emisiones industriales de CO₂ incluyen las emisiones de proceso.

⁶ V. Singh, I. Dincer y M. Rosen, «Life Cycle Assessment of Ammonia Production Methods» *Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions*, p. 935–959, 2018.

⁷ The Royal Society, Ammonia: Zero-carbon fertiliser, fuel and energy store, 2020.

⁸ B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustin y R. Angel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-based electricity» 2021.

⁹ Life -cycle assessment – Análisis del ciclo de vida: es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, distribución, uso y fin de vida (reutilización, reciclaje, valorización y eliminación/disposición de los residuos/desecho).

¹⁰ P. Arora, I. Sharma, A. Hoadley, S. Mahajani y A. Ganesh, «Remote, small-scale, 'greener' routes of ammonia production» *J. Clean. Prod.*, vol. 199, p. 177–192, 2018.

¹¹ P. Arora, I. Sharma, A. Hoadley, S. Mahajani y A. Ganesh, «Remote, small-scale, 'greener' routes of ammonia production» *J. Clean. Prod.*, vol. 199, p. 177–192, 2018.

¹² V. Singh, I. Dincer y M. Rosen, «Life Cycle Assessment of Ammonia Production Methods» *Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions*, p. 935–959, 2018.

¹³ B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustin y R. Angel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-based electricity» 2021.

Tabla 6.1.3.1.e

Resumen de emisiones de CO₂-eq para diferentes escenarios del LCA de la producción de amoníaco - dichas emisiones consideran tanto las etapas constructivas y operativas

Origen de energía	Proceso de producción de hidrógeno	Emisiones (t CO ₂ -eq/ t NH ₃)
Geotérmica	Electrólisis del agua	0.27 ¹⁴
Solar	Electrólisis del agua	0.7 ¹⁵

Obs: CAUC: Captura, almacenamiento y utilización del carbono.

Los resultados muestran que las vías de producción con uso de combustibles fósiles presentan los valores más altos, pudiendo obtenerse valores de 2.75 t CO₂-eq/t NH₃ para la producción a mediana escala y 2.6 t CO₂-eq/t NH₃ para la producción a pequeña escala¹⁶. Ya mencionado anteriormente, esto se debe principalmente al uso de combustibles fósiles (gas natural) como materia prima y para la generación de electricidad. Los resultados para los demás escenarios (basados en electrólisis y energías renovables) están por debajo de 0.7 t CO₂-eq/t NH₃, relacionadas principalmente a la energía y materiales necesarios para la fase constructiva e instalación de centrales eléctricas.

Al producir un fertilizante verde a partir de un proceso que utiliza energía renovable, asociado a la incorporación de las mejores tecnologías disponibles en el mercado para reducir las emisiones atmosféricas, el Proyecto tendrá el potencial de reducir considerablemente las emisiones de GEI en el sector de fertilizantes y de la industria alimenticia.

Según Foley *et al.* (2011), la producción de alimentos es responsable de alrededor de un tercio de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) del mundo, lo que se debe a la deforestación, las emisiones de metano (CH₄) procedentes del ganado vacuno y del cultivo del arroz, y las emisiones de óxido nitroso (N₂O) procedentes de la aplicación de fertilizantes al suelo.

La American Chemical Society¹⁷ menciona que la ganadería es la principal culpable del problema de las emisiones de GEI procedentes de la alimentación, pero "aspectos ocultos" como la producción de fertilizantes también contribuyen a los 13.7 millones de toneladas métricas equivalentes de CO₂ generadas por el sistema alimentario. Los fertilizantes, los suplementos para plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.) y las prácticas de gestión del suelo son contribuyentes ocultos. Aunque el nitrógeno, el fósforo y el potasio son cruciales para la agricultura, sus fuentes, producción y cadenas de suministro contribuyen a las emisiones de GEI.

En el caso de los fertilizantes, los métodos tradicionales de producción de amoníaco (como el proceso Haber-Bosch) aumentan la disponibilidad de fertilizantes amoniacales, pero también generan una importante producción de CO₂. Muchos de los métodos para satisfacer la creciente demanda de nitrógeno para fertilizantes prevista en un informe de la FAO de 2019 se centran

¹⁴ B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustín y R. Ángel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-based electricity» 2021.

¹⁵ B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustín y R. Ángel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-based electricity» 2021.

¹⁶ P. Arora, I. Sharma, A. Hoadley, S. Mahajani y A. Ganesh, «Remote, small-scale, 'greener' routes of ammonia production» *J. Clean. Prod.*, vol. 199, p. 177–192, 2018.

¹⁷ <https://www.cas.org/resources/cas-insights/sustainability/hidden-greenhouse-gas-emissions-plant-growth>

actualmente en las prácticas tradicionales de producción de amoníaco, que seguirían aumentando la producción de GEI.

Según datos de la FAO (2021), las emisiones mundiales debidas a la agricultura, incluido el uso de la tierra, fueron de 10.7 billones de toneladas equivalentes de CO₂ (CO₂eq) en 2019.

Al producir CAN con energías renovables es posible reducir hasta un 50% de las emisiones del ciclo de vida del CAN, como es el caso del Proyecto propuesto, destacándose por ello y por las ventajas agronómicas mencionadas, como una alternativa más sostenible. Con la producción del CAN verde, se estima que el Proyecto desplazará alrededor de 600,000 tCO₂-eq/año de emisiones de carbono en el sector de fertilizantes. Al considerar la vida útil del Proyecto (25 años), este impacto se traduciría en 15,000,000 t CO₂-eq evitados.

Medidas de Potencialización

Las medidas a aplicar para incrementar los efectos positivos del impacto son:

- **Programa de Participación de las Partes Interesadas:** consulta pública y medidas de divulgación de los beneficios de Proyecto para la reducción de la emisión de GEI como acción contra el cambio climático
- **Programa de Gestión Ambiental y Social,** específicamente la medida de Gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero
- **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación:** supervisión del cumplimiento de medidas ambientales y sociales de la fase de operación

Medidas de Monitoreo

Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación

- Monitoreo de consumo de energía y uso de combustibles en la etapa de producción
- Monitoreo de calidad del aire y monitoreo de emisiones atmosféricas de las chimeneas

Calificación del impacto resultante

Es el principal impacto vinculado a la operación de la Planta, de carácter positivo y permanente. Tiene alcance difuso, incidencia indirecta, inducción y duración a largo plazo. Su ocurrencia es cierta y es parcialmente reversible. Tiene un efecto acumulativo (ver **Sección 6.1.5**). Su magnitud e importancia son altas, así como la importancia residual tras la aplicación de medidas de potencialización.

Calificación del impacto (atributos)			
Reducción de las emisiones de GEI y de la huella de carbono en la producción de H₂, NH₃ y fertilizantes verdes			
Naturaleza	Positivo	Localización y espacialización	Difuso
Etapas de ocurrencia	Operación	Incidencia	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Largo Plazo	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Parcialmente reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierto
Magnitud e Importancia			

Magnitud	Alta
Importancia	Alta
Mitigabilidad	-
Importancia residual	Alta

6.1.3.2 Medio Biótico

4 - Impactos en la Flora y Vegetación

4.01 – Pérdida de cobertura vegetal y afectación de individuos de flora

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente impactable	C.2.01 – Flora y Vegetación

Análisis del impacto potencial

La principal acción impactante sobre la flora y la vegetación será la remoción de la vegetación durante la limpieza del terreno (A.2.03), necesaria para la implantación de todas las estructuras de la Planta. En este sentido, es importante mencionar que la vegetación nativa está presente en el 99.18% del terreno donde se plantea la construcción de la Planta.

Para construcción de la Planta se prevé inicialmente la supresión de una superficie de vegetación de 24.75 ha, correspondiente a las Zonas A y B de la **Figura 6.1.3.2.a**, a continuación, en que hay 2.76 ha de bosques sub-húmedos semicaducifolios y 21.99 ha de sabanas.

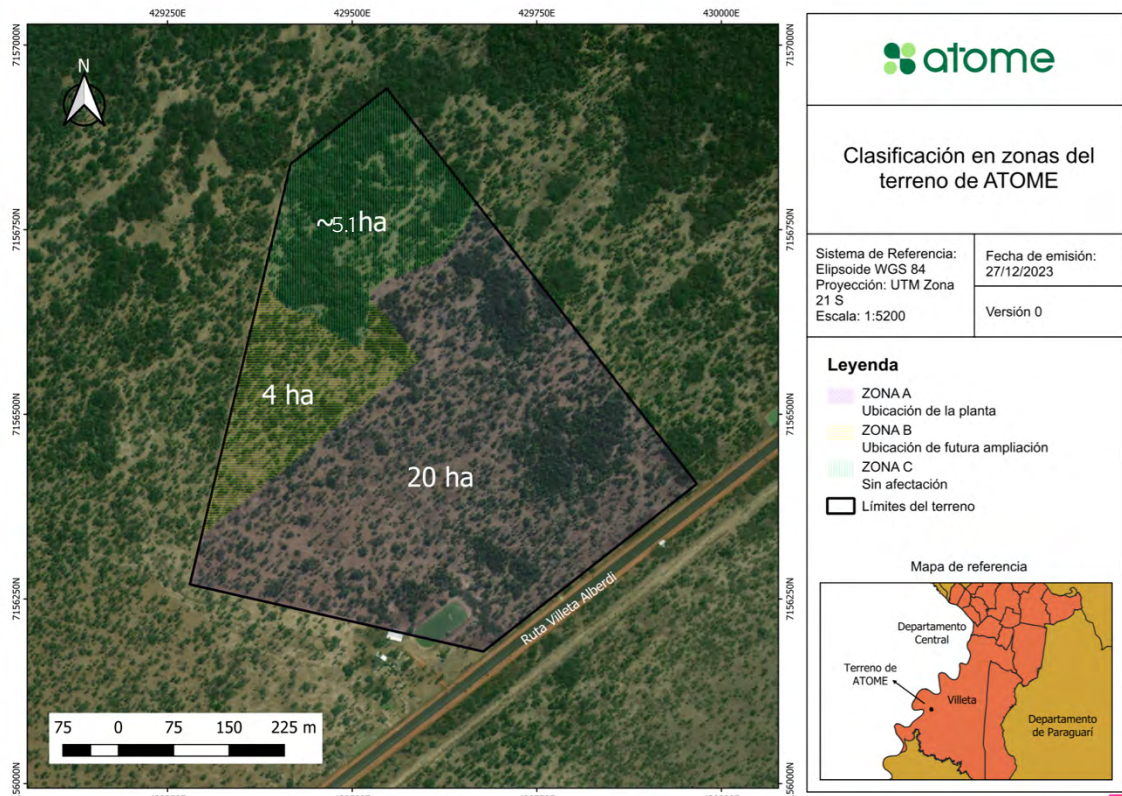
Con eso, se conservará en principio la Zona C, donde está la mayor parte del bosque sub-húmedo existente en el terreno (3.38 ha). Si necesario ampliar futuramente las instalaciones de la Planta para la Zona C, el área de supresión total para la instalación de la Planta será de 29.85 ha, de los cuales 6.14 ha son bosques sub-húmedos y 23.7 ha son sabanas.

Para implantación de la LT se prevé la eliminación de 0.07 ha de sabanas, y para la implantación de las tuberías subterráneas de agua y efluentes la vegetación a ser suprimida es de 0.69 ha, siendo 0.55 ha de sabanas y 0.14 ha de bosques sub-húmedos semicaducifolios. El resto será intervención en áreas ya antropizadas.

La conversión de hábitats implicará el corte de individuos de la flora y, de esa manera, deberá reducir el número de individuos de especies de flora, incluidas 4 especies amenazadas, y la superficie del hábitat natural. Como se detalla en la **Sección 5.3.1.3.2**, en el ADA del Proyecto se registraron cuatro especies de flora amenazadas: la orquídea *Cohniella jonesiana*, el guayacán *Libidibia paraguariensis*, kangorosa *Monteverdia ilicifolia* y el algarrobo negro *Prosopis nigra*, según la lista del MADES.

Ninguna de dichas especies tiene distribución restringida al territorio paraguayo, conforme la base de datos de *Tropicos - Missouri Botanical Garden*¹⁸ y *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)*¹⁹. Todas también tienen ocurrencia en Brasil y la mayoría se extiende por otros países sudamericanos, principalmente Argentina y Bolivia.

Figura 6.1.3.2.a
Zonas de limpieza de vegetación



Así, aunque la afectación de hábitats ocasiona una reducción poblacional en nivel local, la implantación del Proyecto no provocará la reducción significativa o extinción de las especies de flora amenazadas. Sin embargo, la reducción de la población de una especie puede resultar en el decrecimiento de su variabilidad genética, llevando a pérdidas en la capacidad adaptativa y a un descenso poblacional (MURAWSKY & HAMRICK, 1992; MURAWSKY, 1995 *apud* MANTOVANI *et al.*, 2012).

Sin embargo, teniendo en cuenta la distribución de las especies y el tamaño de la intervención, se cree que no habrá una disminución significativa de las poblaciones de las especies.

Medidas de Prevención y Mitigación

Como medidas preventivas y mitigadoras del impacto de pérdida de cobertura vegetal pueden citarse los estudios previos de alternativas locacionales realizados como parte de este EIAS para el terreno de la planta y para los trazados de la LT y de las tuberías de agua y efluentes, que incluyeron como criterio la preferencia por áreas antropizadas con menor cantidad de

¹⁸ Tropicos - Home

¹⁹ GBIF

vegetación nativa.

Además de estos estudios, se menciona el rescate y reubicación de germoplasma vegetal, medida mitigadora previa a las actividades de supresión a ser realizada en el ámbito del **Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna**. El rescate de germoplasma será realizado en las áreas de desbroce y los materiales rescatados podrán ser alocados para los remanentes de vegetación nativa que serán conservados y reacondicionados dentro del terreno del Proyecto o destinados a instituciones de educación y/o investigación.

También es importante mencionar las medidas de control de desbroce de vegetación previstas en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, a fin de garantizar que se afecten solamente áreas autorizadas y con adopción de procedimientos de protección de la vegetación del entorno. El Programa también contiene un conjunto amplio de procedimientos técnicos para la ejecución de las obras con el menor impacto ambiental posible. Este Programa incluye también una medida de recuperación de áreas degradadas por las obras.

También son importantes mencionar las medidas de educación ambiental y el Código de Conducta para los trabajadores del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales** y las acciones de supervisión ambiental, monitoreo y documentación de las obras previstas como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social**, a ser realizadas mediante una herramienta de control de las actividades desarrolladas por los Contratistas, acompañando la implementación de las medidas mitigadoras preestablecidas en el PGAS.

Por último, se han previsto medidas mitigadoras y esfuerzos de conservación que se detallarán en el marco de un **Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)**.

El PAB debe definir acciones para mitigar los impactos del Proyecto, así como acciones para conservar y mejorar los valores de biodiversidad registrados en la región. Las acciones deben desarrollarse según las etapas de la jerarquía de mitigación de impactos (según lo establecido en el la ND6) y deben permitir lograr cero pérdidas de hábitats naturales. Estas medidas deben detallarse en el Programa de Conservación de la Biodiversidad, que debe ser un documento ejecutivo, que incluya la descripción de las acciones, los objetivos, la metodología, el cronograma de ejecución y los indicadores de evaluación.

También está prevista una medida de **monitoreo de Fauna y Flora durante la etapa de construcción**, que proporcionará datos para la preparación del PAB.

Como **medidas de compensación** a ser propuestas en el ámbito del PAB por los efectos negativos inevitables de la pérdida de cobertura vegetal se pueden mencionar las siguientes:

- Compensación ambiental mediante conservación de bosques
- Compensación ambiental mediante adquisición de Certificados de Servicios Ambientales, que prevé la adhesión al Régimen de Servicios Ambientales para cumplir la Ley N° 3001/2006
- Compensación ambiental por árboles talados para cumplir la Ordenanza N° 7/2022 del distrito de Villeta

Medidas de Monitoreo

El Programa de Conservación de la Biodiversidad incluirá la estrategia de monitoreo y evaluación de la biodiversidad del PAB. Incluye el monitoreo de la flora y fauna en los remanentes de vegetación nativa que serán conservados y reacondicionados dentro del terreno del Proyecto, con el objetivo de monitorear la salud de los individuos reubicados, el mantenimiento de las características naturales del hábitat y la identificación de posibles agentes impactantes.

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de los programas y medidas del PGAS listados arriba, ese impacto es considerado de magnitud media e importancia alta. Es caracterizado como un impacto negativo, de alcance geográfico en el ADA y con ocurrencia principalmente en la fase de implantación del Proyecto. Tiene incidencia directa, inducción inmediata y duración permanente. Es de difícil reversibilidad y de ocurrencia cierta. Presenta acumulatividad, como se ve en el análisis de la **Sección 6.1.5**. Es un impacto que requiere muchas medidas de mitigación y por lo tanto la importancia residual resulta alta. Por lo tanto, deberá compensarse con medidas que se detallarán en el PAB.

Calificación del Impacto (atributos)			
Pérdida de cobertura vegetal y reducción de individuos de la flora			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA
Etapa de ocurrencia	Implantación	Incidencia	Directa
Temporalidad (inducción)	Inmediata	Temporalidad (duración)	Permanente
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	Poco mitigable		
Importancia residual	Alta		

5 - Impactos en la Fauna

5.01 – Pérdida de hábitats de la fauna terrestre

Acción impactante	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente impactable	C.2.02 – Fauna

Análisis del impacto potencial

La pérdida de los hábitats utilizados por la fauna resulta esencialmente de las acciones demandadas por el Proyecto que implican la transformación de los ambientes naturales, debido a la supresión de vegetación y limpieza del terreno. Aunque se trate de una zona ya antropizada y las especies presentes sean tolerantes a los cambios ambientales, la pérdida de parte de los hábitats remanentes reducirá el área de distribución de las especies más móviles e implicará en el riesgo de disminuir la población de las menos móviles, como los anfibios.

Como ejemplo de especies de baja movilidad pueden citarse las especies de anfibios detectadas en los levantamientos de línea base, como *Dendropsophus minutus*, *D. nanus*, *Physalaemos cuvieri*, *Pseudopaludicola boliviana* y especies del género *Leptodactylus*.

Considerando las especies más móviles, pueden mencionarse las que componen el grupo de aves y los mamíferos. Entre los mamíferos, cabe citar el ciervo (*Subulo gouazoubira*), los felinos (*Leopardus geoffroy* y *Herpailurus yagouaroundi*), la lisa grande (*Dasybus novemcinctus*), el tapeti (*Syklvilagus brasiliensis*), entre otros.

La búsqueda por ambientes menos perturbados suele resultar en cambios en la dinámica de las comunidades silvestres, es decir, nuevos individuos pasan a ocupar ambientes que no eran utilizados por ellos, densificando así estas nuevas áreas, resultando en posibles aumentos en la competencia por recursos alimenticios y refugios, generando así fricciones entre especies territoriales como en el caso de varias especies de carnívoros y aves.

En el caso del Proyecto, se entiende que la afectación que ocurrirá en el terreno de la Planta y las franjas de servidumbre es pequeña en comparación a las áreas desocupadas existentes en el entorno y que presentan uso del suelo y cobertura vegetal con características en su mayoría similares a las del terreno. Por lo tanto, se entiende que estas áreas circundantes tienen capacidad de soporte para albergar a estas especies desplazadas sin provocar una gran acumulación y la consiguiente competencia por área y recursos.

Medidas de mitigación

Como mencionado, se prevé la implementación de medidas previas a las actividades de supresión de vegetación a ser realizadas en el ámbito del **Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna**, incluyendo el ahuyentamiento y rescate de fauna.

Se mencionan también las medidas de control de desbroce de vegetación previstas en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, así como la medida de Recuperación de áreas degradadas por las obras.

También son importantes mencionar las medidas de educación ambiental y el Código de Conducta para los trabajadores del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales** y las acciones de supervisión ambiental, monitoreo y documentación de las obras previstas como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social**, a ser realizadas mediante una herramienta de control de las actividades desarrolladas por los Contratistas, acompañando la implementación de las medidas mitigadoras preestablecidas en el PGAS.

Por último, se han previsto medidas mitigadoras y esfuerzos de conservación que se detallarán en el marco de un **Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)**.

Así como para flora, El PAB debe definir acciones para mitigar los impactos del proyecto, así como acciones para conservar y mejorar los valores de biodiversidad registrados en la región. Las acciones deben desarrollarse según las etapas de la jerarquía de mitigación de impactos (según lo establecido en la ND6) y deben permitir lograr cero pérdida de hábitats naturales. Estas medidas deben detallarse en el Programa de Conservación de la Biodiversidad, que debe ser un documento ejecutivo, que incluya la descripción de las acciones, los objetivos, la metodología,

el cronograma de ejecución y los indicadores de evaluación.

Las medidas previstas en el Programa de Conservación de la Biodiversidad incluyen:

- Compensación por la afectación de vegetación nativa
- Monitoreo de la fauna en las áreas naturales remanentes
- Compensación mediante adquisición de servicios ambientales

Calificación del impacto resultante

Teniendo en cuenta la aplicación de todas las medidas propuestas, se considera este impacto negativo, de incidencia directa y ocurre principalmente en la fase de implantación del Proyecto. Tiene alcance en el AID, es de inducción inmediata y de largo plazo de duración. Es irreversible y de ocurrencia cierta. También es acumulativo (**Sección 6.1.5**), de media magnitud y alta importancia. Al igual que el impacto anterior, es poco mitigable, lo que se traduce en una importancia residual alta. Por lo tanto, deberá compensarse con medidas que se detallarán en el PAB.

Calificación del impacto (atributos)			
Pérdida de hábitats de la fauna terrestre			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Implantación	Incidencia	Directa
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo plazo
Reversibilidad	Irreversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	Poco mitigable		
Importancia residual	Alta		

6.1.3.3

Medio Socioeconómico

6 - Impactos en el Empleo y la Economía Local

6.01 – Generación de empleos directos e indirectos durante las fases de planificación y de obras

Acciones impactantes	A.1.02 Estructuración operacional inicial A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

Análisis del impacto potencial

Este impacto ya se inició en la fase de planificación del Proyecto, con la contratación de empresas para realizar sondeos, perforación de pozos, para elaborar el diseño de ingeniería del Proyecto, para investigar los terrenos disponibles para la construcción de la Planta, para levantamiento de datos para el EIAS, como el laboratorio para la recolección y análisis de la calidad del agua, la empresa para realizar mediciones de la calidad del aire, especialistas para

realizar modelaciones, especialista para medición de ruido, especialistas en fauna, flora, medio físico, socioeconomía, entre otros.

Durante la fase de construcción, el impacto se refiere a los efectos generados por la movilización del contingente de mano de obra para las obras y montaje del Proyecto de la Planta de producción de fertilizante (Nitrato de amonio cálcico – CAN) verde de ATOME. Como se informó en la **Sección 2.7.6**, la mano de obra estimada para construcción de la Planta será de hasta 1,020 a 1,073 trabajadores directos, considerando los meses de pico (meses 21 a 24). Otros cerca de 40-50 trabajadores serán contratados para las obras y montaje de la LT y sistema de captación de agua y tuberías. También habrá trabajadores indirectos involucrados, como conductores de empresas proveedoras de materiales, transporte de trabajadores, empresa proveedora de comida, etc., que suelen ser personas que ya viven y trabajan en la zona.

Parte de los puestos de trabajo directos relacionados con actividades con necesidad de calificación técnica será necesario traer de fuera de la región o formar a trabajadores locales. La mayoría, sin embargo, serán trabajadores locales, del municipio de Villeta y otros cercanos de la misma región. Como se contratará a empresas contratistas locales, estos trabajadores serán trasladados a la obra en autobús por las propias empresas. Se dará prioridad a los trabajadores locales (Villeta y región).

Medidas de Potencialización

Las medidas a aplicar para incrementar los efectos positivos del impacto son:

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales:** Política de Recursos Humanos, medidas de contratación y capacitación laboral de trabajadores locales, Condiciones de trabajo y de empleo
- **Programa de Participación de las Partes Interesadas:** medidas de divulgación de la cantidad y tipo de puestos de trabajo disponibles, y requisitos necesarios para la contratación de mano de obra
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**

Calificación del impacto resultante

Con la aplicación de todas las medidas previstas, el impacto resultante de la fase de construcción es positivo y directo, con alcance difuso (All y ciudades vecinas). Es de ocurrencia cierta, inmediata y a corto plazo (periodo de las obras y montaje del Proyecto, que es de 22 meses), totalmente reversible. Se considera un impacto de baja magnitud (porque es de corta duración) y baja importancia. Teniendo en cuenta el porcentaje previsto de trabajadores locales que se contratarán, la importancia se elevó a media.

Calificación del impacto (atributos)			
Generación de puestos de trabajo en la fase de construcción			
Naturaleza	Positivo	Localización y espacialización	Difuso (All y región)
Etapa de ocurrencia	Planificación y Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Corto plazo	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta

Calificación del impacto (atributos)	
Generación de puestos de trabajo en la fase de construcción	
Magnitud e Importancia	
Magnitud	Baja
Importancia	Media
Mitigabilidad	-
Importancia residual	Media

6.02 – Generación de empleos directos e indirectos en la fase de operación

Acciones impactantes	A.3.01 Movilización de trabajadores de operación
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

Análisis del impacto potencial

Aunque la fase de operación es de carácter de largo plazo, a diferencia del carácter temporal de la fase de implantación, la generación de empleo directo debería ser más reducida, principalmente para los trabajadores locales. Como se menciona en la **Sección 2.8.4**, se calcula que la plantilla para la fase de operación alcanzará los 225 puestos directos, de los cuales 195 son puestos fijos y 30 son temporales. Además, se generarán unos 874 puestos de trabajo indirectos relacionados a servicios de supervisión de las operaciones, como ingenieros medioambientales, técnicos químicos y de laboratorio, personal de logística y de la cadena de suministro, especialistas en RRHH, personal jurídico, comercial y administrativo, y personas de las empresas de logística de camiones y barcasas para el transporte de fertilizante CAN.

Del total de trabajadores a ser contratados en la fase de operación, se dará prioridad a aquellos que sean locales (Villetea y región).

El menor número de trabajadores a ser contratados para operación en comparación con la fase de construcción se deriva de la automatización de diversas partes del proceso, además de la propia característica de las actividades, es decir, la necesidad de operar y llevar a cabo el mantenimiento de instalaciones complejas como la unidad electrolizadora, la unidad de síntesis de amoníaco, la unidad separadora de aire, las estaciones de tratamiento de agua y de efluentes, la torre de refrigeración, entre otras.

Debido al grado de especialización que exigen algunas de las actividades de operación y mantenimiento, se necesita una mano de obra más reducida y especializada.

En principio, esta cantidad de empleados representa un impacto de carácter menos representativo en relación con el mercado laboral regional. Sin embargo, son empleos de calidad, asociados a la cualificación técnica, la formalidad y la perennidad.

Medidas de Potencialización

Para incrementar los efectos positivos del impacto se implementará:

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales:** medidas de contratación y capacitación laboral

- **Programa de Participación de las Partes Interesadas:** medidas de divulgación de la cantidad y tipo de puestos de trabajo disponibles, y requisitos necesarios para la contratación de mano de obra
- **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación:** Supervisión del cumplimiento de medidas y Capacitación ambiental y social del equipo de O&M
- **Programa de suministro de contratistas y proveedores**

Calificación del impacto resultante

Con la aplicación de todas las medidas previstas, el impacto resultante de la fase de operación es positivo y directo. Es cierto, de ocurrencia inmediata después del inicio de la operación y de largo plazo de duración. Tiene un alcance difuso y es totalmente reversible. Se considera un impacto de alta magnitud y alta importancia (porque a pesar del menor número de puestos, es de larga duración, e implica empleos permanentes). Tiene potencial acumulativo, como muestra la **Sección 6.1.5**.

Calificación del impacto (atributos)			
Generación de puestos de trabajo en la fase de operación			
Naturaleza	Positivo	Localización y espacialización	Difuso (All y región)
Etapas de ocurrencia	Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	-		
Importancia residual	Alta		

6.03 – Dinamización de la economía local en la fase de obras

Acciones impactantes	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

Análisis del impacto potencial

El período de construcción y montaje del proyecto, estimado en 31 meses, provocará un aumento de la demanda directa de bienes y servicios por parte de las empresas contratistas en la región de influencia del Proyecto, especialmente de insumos para la construcción (materiales de construcción, concreto premezclado, combustibles, pinturas, barnices), bienes de consumo no duradero (alimentos, medicinas, entre otros) y servicios (transporte, hospedaje, electricidad, recolección de residuos, telefonía, bancos).

Debido a la localización del Proyecto y del campamento de construcción a ser implementado, esta demanda deberá ser abastecida por el municipio de Villeta, que recibirá los efectos positivos en su economía, en la medida en que gran parte de los productos y servicios deberán ser adquiridos allí. Así, se espera que la mayor parte de la masa salarial de la población empleada

en la obra se quede en el municipio, revirtiendo en consumo.

Como parte de los trabajadores serán de fuera de la región, el aumento del consumo relacionado con estos trabajadores, además de la demanda de productos y servicios para las obras directamente, deberá estimular la economía municipal.

Con este aumento del consumo de bienes y servicios y la dinamización de la economía local, se espera un aumento de la recaudación de impuestos por parte de la municipalidad, que aplicados en el propio municipio revertirá en beneficios para la población.

Medidas de Potencialización

Las medidas a ser implementadas para incrementar los efectos positivos del impacto son:

- **Programa de de Control Ambiental de la Construcción**, principalmente la promoción y desarrollo de proveedores locales;
- **Programa de Participación de las Partes Interesadas**: medidas de divulgación de productos y servicios necesarios para la obra.
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
- **Programa de suministro de contratistas y proveedores**

Calificación del impacto resultante

Se trata de un impacto positivo de la fase de construcción, de alcance en el AII. Es indirecto y tiene una alta probabilidad de ocurrir. Es inmediato y dura el periodo de construcción (corto plazo). Es reversible, de media magnitud e importancia.

Calificación del impacto (atributos)			
Dinamización de la economía local en la fase de obras			
Naturaleza	Positivo	Localización y espacialización	AII
Etapa de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	-		
Importancia residual	Media		

6.04 – Desplazamiento físico y/o económico por la adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.16 Negociación e indemnización del propietario A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

Análisis del impacto potencial

Como se mencionó en la **Sección 2.2.1**, para implementar el Proyecto Atome ha adquirido el terreno sobre el cual se construirá la Planta. El área elegida, con 30 ha, está constituida por las Fracciones 1 y 2 de un terreno de propiedad de la empresa Monteclaro S.A. La adquisición de este terreno fue una negociación y adquisición en términos de "vendedor dispuesto-comprador dispuesto", aplicándose valores de mercado.

Ya en el caso de las franjas de servidumbre para la LT y las tuberías de agua y efluentes, con 2.7 ha y 1.15 ha respectivamente (ver **Sección 2.2.1**), Atome ya tiene acuerdos para uso a largo plazo de las servidumbres.

La implementación de una LT impone restricciones sobre el uso y la ocupación de la franja de servidumbre, para su buen funcionamiento futuro. Sin embargo, esa restricción es parcial y permite usos agrícolas y pastizales en la servidumbre. Solo se prohíbe en la franja el cultivo de árboles grandes (eucalipto, pino, entre otros), así como especies cuyo manejo ponga en riesgo la LT, como la caña de azúcar, por ejemplo, cultivo que generalmente se limpia mediante la quema.

En la franja de servidumbre se permite la ocupación con pastizales nativos, permitiéndose limpiar la vegetación siempre que sea necesario. Se permite el cultivo de cereales, horticultura, floricultura y cultivos frutales de especies que no superen los 3 m de altura. Se puede cultivar soja, frijoles, arroz, maíz, yuca y verduras, y fructíferas pequeñas, como piña, melón y sandía.

La supresión del uso actual de la tierra para la implementación de la LT se llevará a cabo en un área más pequeña que la franja de servidumbre. Llamada el límite de intervención, esta área a suprimir de manera efectiva está formada por una franja de servicio de 6.0 m de ancho a lo largo de todo el trazo, además del área de implementación de cada torre, estimada en 36 m² (6 x 6 m).

Teniendo en cuenta la anchura de la franja de servicio y las áreas de implementación de las torres, así como la cuantificación del uso de la tierra en el ADA presentada en la **Sección 5.3.1.3.3**, resulta que 2.64 ha de la franja de servicio se superponen con áreas de cultivo de arroz. Al tratarse de un cultivo compatible con la operación de una LT, podría volver a desarrollarse posteriormente en la franja de servidumbre. Por lo tanto, de las 2.64 ha, la mayor parte corresponde al área en la que el impacto de la pérdida de superficie agrícola es temporal, ya que puede volver a plantarse arroz u otro cultivo de pequeña altura en la fase de operación. Solo en el área de 36 m² correspondiente a una de las torres que está en el cultivo de arroz, el impacto de pérdida de superficie de cultivo será permanente.

Para la franja de servidumbre de acueducto a ser establecida para las tuberías de agua y efluentes, la mayor parte del área está ocupada actualmente por sabanas (0.55 ha o 47.8% de la franja) y áreas antrópicas (0.46 ha o 40%), con pequeñas manchas de bosque subhúmedo que suman 0.14 ha (12.2% de la franja). En este caso, no se perderán áreas de cultivo (ver **Tabla 5.3.1.3.3.c** en la **Sección 5.3.1.3.3**).

Para esta servidumbre de acueducto, en que las tuberías de agua y efluentes serán subterráneas, el propietario de la fracción afectada y Atome reglarán contractualmente que edificaciones pueden hacerse o no, en el área de la servidumbre.

Para referencia, una servidumbre es como una hipoteca sobre una porción del terreno y el ejercicio del dominio en el área de la servidumbre se encuentra limitado por lo pactado contractualmente. El marco dentro del cual se puede reglar esto es la razonabilidad para permitir el uso y mantenimiento. Por ejemplo, en el caso de tuberías subterráneas, como las del Proyecto, se puede construir encima, pero debe ser previsto un mecanismo para permitir el mantenimiento y reparación del acueducto. En la práctica, es preferible dejar libre el área de la servidumbre.

Además del desplazamiento económico temporal en el área de la franja de servidumbre de la LT y del desplazamiento económico permanente en el área de las torres, ocasionalmente podría ser necesario desplazar físicamente a los residentes de la finca vecina a otra área más alejada dentro de la misma propiedad. Este desplazamiento se debería a las molestias ocasionadas por el aumento de las emisiones de ruido, polvo, vibraciones y tráfico durante las obras y la operación de la Planta. Cabe señalar que, como se describe en la **Sección 5.4.2.2**, los residentes no son los propietarios del terreno, sino empleados (capataz, peón, cocinera y su hija), y el propietario se aloja en la casa los fines de semana. Si se decide que esta vivienda debe ser reubicada dentro de la propia finca, deberán aplicarse las medidas establecidas en la ND 5, que exigen la construcción de una nueva vivienda igual o mejor que la actual. ATOME realizará consultas con el propietario y los trabajadores antes de ultimar la ubicación, el diseño y todas las cuestiones relacionadas con el traslado de la casa dentro de la misma propiedad.

Medidas de mitigación

El uso por parte de ATOME de las áreas que constituyen las servidumbres de la LT y las tuberías está garantizado mediante un documento de CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRE DE TRÁNSITO establecido con los propietarios. En este contrato se establece el monto que Atome abonará como compensación como única suma, pero deja claro el compromiso de pago de eventuales daños causados a la propiedad durante las actividades de mantenimiento. También establece las obligaciones exclusivas del propietario y de Atome y las que deben cumplir ambas partes. Se aplican también las medidas de Divulgación y el Mecanismo de gestión de quejas, consultas y sugerencias del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, este impacto, de la fase de ejecución, restringido al ADA, se considera negativo, de ocurrencia cierta, de incidencia directa, inmediato, de duración a largo plazo y parcialmente reversible. La magnitud se considera baja y la importancia moderada. Se trata de un impacto altamente mitigable, por lo que su importancia residual es baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA
Etapas de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Medio a Largo Plazo

Calificación del impacto (atributos)			
Adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres			
Reversibilidad	Parcialmente reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Moderada		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7 - Impactos en Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

7.01 – Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de obras

Acciones impactantes	A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

La planta de ATOME se encuentra ubicada a las márgenes de la Ruta Nacional PY19 (Ruta Villeta – Alberdi). Como las instalaciones de apoyo de construcción estarán dentro del propio terreno de la planta, la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi) será el acceso más utilizado durante la fase de construcción y montaje del Proyecto, ya sea para el transporte de los trabajadores en autobuses entre Asunción y Villeta hasta la obra, con una estimación de entre 1 y 8 viajes diarios durante el periodo de construcción (un pico de 8 viajes entre los meses 17 y 18), y también para el transporte del material de relleno entre la cantera de ripio ubicada en Suruby'i hasta la obra (un total de 5,430 viajes de camión en un periodo de 90 días o 60 viajes diarias), para el transporte de contenedores con mercancías importadas entre el Puerto Terport y el terreno (450 viajes distribuidos en 5 meses) y para el transporte de cargas sobredimensionadas en el mismo trayecto entre Terport y la obra.

La Ruta Nacional PY19 se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad en su tramo entre Villeta y el Proyecto, totalmente pavimentada y con señalización vial y arcén.

Los usos alrededor de la carretera en el trayecto hasta el emplazamiento de la planta son principalmente industriales y de empresas de prestación de servicios, como los siguientes:

- Organitec Fertilizantes S.A.
- Terport
- EFISA - Empresa Forestal e Industrial S.A.
- Jauser - Centro Logístico Villeta 2
- Alukler - Fornecedor de aluminio
- Buenas Nuevas S.A. (comercio por mayor)
- Puerto Seguro Fluvial SA - Empresa de importación y exportación
- Las Tacuaras - Nutrihuevos - Empresa de biotecnología
- Cremer Oleo Paraguay S.A.
- Hotel y Restaurante Puerto Guyrati
- Estaciones de Servicio

Hay también algunos puestos de venta informales, de ocupación diaria, y tramos cortos de la ruta donde hay usos residenciales alrededor de la carretera, como el paso por el asentamiento Guasu Korá y por la comunidad Surubi'y.

El tramo con mayor densidad de ocupación en el entorno será el recorrido por los ómnibus de transporte de trabajadores desde Asunción, que deberán salir de la Estación de Autobuses de Asunción, ubicada en la Av. Fernando de la Mora, y transitar por esta avenida y luego por el Acceso Sur hasta el inicio de la carretera Villeta - Alberdi.

En cuanto a la capacidad de los accesos a ser más utilizados durante las obras, la **Tabla 5.4.1.6.3.1.a** de la **Sección 5.4.1.6.3.1** muestra que los relevamientos de tráfico en el tramo de la Carretera Villeta - Alberdi entre Villeta y Villa Olivia, llevados a cabo para el Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay 2018 – 2028 en dos periodos de 2012 y 2018, arrojaron un total de 1,662 vehículos por día, la mayoría de los cuales, el 53.5%, son autos. Otro 18% son camiones T3 de más de 5 ejes, un 10% motos, un 10% camiones T2 de 4 a 5 ejes y el resto camiones de 2 a 3 ejes y autobuses.

En el Acceso Sur, el conteo de tráfico realizado en 2018 dio como resultado un total de 11,010 vehículos por día, de los cuales el 62% son autos. Las motos ocupan el segundo lugar con un 10.5% del total, seguidas de los camiones T3 de más de 5 ejes con un 9.2%, los camiones T2 con un 8.9%, los camiones T1 con un 8.3% y, por último, los autobuses con un 1.1%.

La capacidad de una carretera de un solo carril, como la Ruta Villeta - Alberdi, es de 1,700 vehículos por hora, según el *Highway Capacity Manual* (HCM) del Transportation Research Board. Para el Acceso Sur, una carretera de doble carril, la capacidad es de 1,800 vehículos por hora.

El HCM también indica factores para calcular la capacidad de vehículos equivalentes para el caso de los vehículos pesados. Teniendo en cuenta los datos de la **Tabla 5.4.1.6.3.1.a**, se han aplicado factores de 2.2 para autobuses y camiones de más de 4 y 5 ejes, 1.7 para camiones de 2 y 3 ejes, y de 2.5 para camiones de más de 5 ejes. Las **Tablas 6.1.3.3.a** y **6.1.3.3.b** a continuación muestran los vehículos equivalentes para la Ruta Villeta - Alberdi y para el Acceso Sur calculados a partir de estas cifras. En el caso de los autos no se ha aplicado ningún factor de corrección y no se han tenido en cuenta las motos. Se observa que el tráfico en estas carreteras resulta en totales de 2,252.1 y 13,334.5 vehículos equivalentes por día, el Acceso Sur con casi seis veces más tráfico que la Ruta Villeta - Alberdi, ya que es una carretera urbana y la otra es una carretera rural.

Tabla 6.1.3.3.a

Cálculo de los vehículos equivalentes al día en la Ruta Villeta – Alberdi, tramo Villeta – Villa Olivia

Tipos de vehículo	TPDA	Factor	Vehículos equivalentes al día
Autos	889	1	889
Ómnibus	22	2.2	48.4
T1 (2 y 3 ejes)	105	1.7	178.5
T2 (4 y 5 ejes)	171	2.2	376.2
T1 (más de 5 ejes)	304	2.5	760
Total	1,662		2,252.1

* vehículos al día. Fuente: Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay 2018 – 2028, de diciembre 2020.

Tabla 6.1.3.3.b

Cálculo de los vehículos equivalentes al día en el Acceso Sur

Tipos de vehículo	TPDA	Factor	Vehículos equivalentes al día
Autos	6,826	1	6,826
Ómnibus	116	2.2	255.2
T1 (2 y 3 ejes)	917	1.7	1,558.9
T2 (4 y 5 ejes)	977	2.2	2,149.4
T3 (más de 5 ejes)	1,018	2.5	2,545
Total	11,010		13,334.5

Asumiendo un factor de hora-pico del 6% para la Ruta Villeta – Alberdi, una carretera rural de un solo carril, se obtiene un valor de 67 vehículos equivalentes por hora-pico. Suponiendo que los flujos en cada sentido sean equivalentes (lo que puede variar a lo largo del día), y considerando el valor de 1,700 vehículos equivalentes por hora por carril, o 3,400 vehículos equivalentes por hora en total, los 67 vehículos equivalentes por hora-pico representan solo el 1.99% de la capacidad de esta carretera.

Para el Acceso Sur, una carretera urbana de doble carril, se asume un factor de hora-pico del 8%, lo que resulta en un valor de 553 vehículos equivalentes por hora-pico. Considerando los 1,800 vehículos equivalentes por hora por carril, o 3,600 vehículos equivalentes por hora en total, los 553 vehículos equivalentes por hora-pico representan el 14.8% de la capacidad de esta carretera.

Considerando la peor situación de tráfico generada por el Proyecto durante las obras, los 8 viajes de autobuses de trabajadores en el pico, los 60 viajes diarios de camión para transportar material de relleno y los 3 viajes de camión con contenedores para transporte de mercancías importadas resultan un total de 71 viajes al día, lo que, teniendo en cuenta el factor de 2.2 para vehículos pesados, resulta en 156.2 vehículos equivalentes por día y 9.4 vehículos equivalentes por hora-pico para la Ruta Villeta – Alberdi. Para el Acceso Sur los 8 viajes diarios en autobús esperados en esta carretera resultan en 1.4 vehículos equivalentes por hora-pico (para un factor de 8%).

Teniendo en cuenta la capacidad de ambas carreteras (1,700 y 1,800 vehículos equivalentes por día por carril), esto representaría sólo un 0.28% y un 0.04% de sus respectivas capacidades. Sumado al tráfico existente, el aumento provocado por el proyecto resultaría en 76.4 vehículos por hora-pico en la Ruta Villeta – Alberdi, lo que representaría el 2.25% de la capacidad de la carretera, y en 554.4 vehículos por hora-pico en el Acceso Sur, o 15.4% de su capacidad.

Sabiendo que hoy en día los porcentajes del tráfico en relación con la capacidad vial ya son del 1.99% y 14.8%, se considera que este aumento del tráfico durante las obras, principalmente en la Ruta Villeta – Alberdi, que será la más utilizada, no debería representar un impacto material sobre la capacidad de las vías, no esperándose una reducción de la fluidez y la velocidad.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta el riesgo de deterioro de las condiciones del pavimento de la Ruta Villeta – Alberdi en el tramo entre el Puerto Terport y la obra, provocado por el tráfico de cargas sobredimensionadas, perjudicando sus condiciones de conservación y consiguiente perjuicio a la fluidez del tráfico.

Los riesgos y molestias causados por el aumento del tráfico a los residentes de las viviendas situadas en los bordes de los accesos se evalúan en el Impacto 8.02 y riesgo 14.04.

Medidas de Mitigación

Los siguientes programas ambientales y respectivas medidas deben aplicarse con el fin de prevenir y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción:** medidas de Control de Tráfico de Construcción, incluyendo la necesidad de que el EPCista trabaje en coordinación con las municipalidades y Direcciones de Vialidad, la aplicación de buenas prácticas para el tráfico durante la construcción y la elaboración de un procedimiento específico para el transporte de cargas sobredimensionadas, previendo un estudio previo de las condiciones de la carretera, la coordinación con la Dirección de Vialidad y otras autoridades pertinentes, y el transporte de las cargas sobredimensionadas en horas de menos tráfico para minimizar el impacto, además de evaluar la necesidad de una serie de medidas, entre ellas: refuerzo temporal de cruce con canales y desagües y elevación temporal de cables en cruces de tendido eléctrico.
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
- **Programa de Participación de las Partes Interesadas:** medidas de comunicación de desvíos e interrupciones de tráfico, de transporte de cargas sobredimensionadas, de obras de mejora; Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes
- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales:** Código de Conducta para los Trabajadores y Educación Ambiental y Social de Trabajadores, incluyendo el entrenamiento en conducción defensiva.

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de los Programas y medidas anteriores, se considera que este impacto es negativo, de alcance en el All, de la fase de construcción, con incidencia directa, temporalidad inmediata (inducción), y corta duración (hasta el final de la obra). Es totalmente reversible, de ocurrencia cierta, y de magnitud e importancia medias, dado el número de viajes que se esperan en determinados momentos (como en la ejecución del relleno) y que, en esta fase, al involucrar diferentes contratistas, es necesario establecer medidas de seguridad y control durante la entrada y salida de camiones en el terreno, con los riesgos que ello conlleva para los usuarios de la carretera. Entonces, este impacto es mitigable, resultando en importancia residual moderada a baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de obras			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	All
Etapa de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada a baja		

7.02 – Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de operación

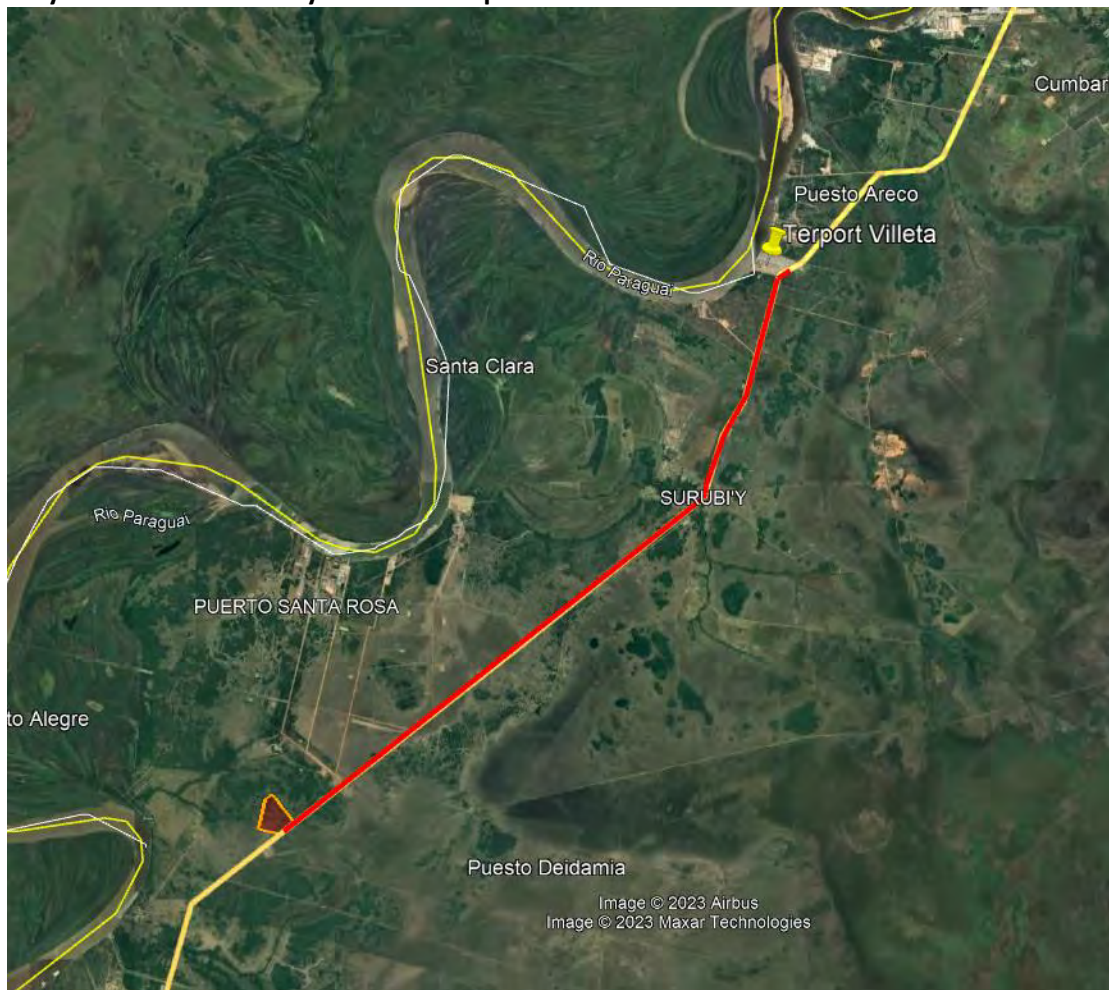
Acciones impactantes	A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Según se menciona en la acción A.3.04 en la **Sección 6.1.2**, en la fase de operación se estima un flujo de camiones en la Ruta Villeta – Alberdi trayendo insumos de producción. Se estima 1 viaje de camión cada 4 días entre el Puerto Terport hasta la Planta para traer dolomita y 1 viaje de camión y 1 viaje de furgoneta al día para traer repuestos, consumibles y otros.

El trayecto entre el Puerto Terport y la Planta es de unos 15 km por la carretera Villeta – Alberdi (**Figura 6.1.3.3.a**).

Figura 6.1.3.3.a
Trayecto entre la Planta y el Puerto Terport de Villeta



Se estiman 50 viajes al día, incluyendo camiones vacíos y cargados, total estimado para la exportación de las 770 ton/día (cómputo total para la producción en big bags o granel). Teniendo en cuenta una jornada laboral diurna de 8 h, resulta en una media de 6 camiones por hora.

Además de los viajes que realizarán los camiones de transporte del fertilizante CAN, otro flujo importante que generará el Proyecto en la fase de operación es el de los autobuses que transportarán a los trabajadores. Como se ha mencionado en la **Sección 2.8.4**, en esta fase habrá un total de 225 trabajadores directos, 195 de ellos fijos, estimándose unos 8 viajes por día ida-vuelta.

Al principio de la evaluación de este impacto, también se mencionaron algunos viajes de camiones y furgoneta para transportar dolomita, repuestos, consumibles y otros. Sin embargo, estos viajes son insignificantes en comparación con el tráfico que se generará para transportar el fertilizante CAN y los trabajadores.

Como se analizó en el impacto anterior, el flujo de 67 vehículos equivalentes por hora-pico en la Ruta Villeta – Alberdi representa sólo alrededor del 1.99% de su capacidad vial. En el Acceso Sur, el flujo de 553 vehículos equivalentes por hora-pico representa el 14.8% de su capacidad.

Considerando los 50 viajes de camiones y los 8 viajes de autobuses por día que generará el proyecto, esto representaría 132 vehículos equivalentes por día (considerando un factor de 2.2), y 8 vehículos equivalentes por hora-pico para la Ruta Villeta – Alberdi (para un factor de 6%).

Los 10 viajes de autobuses, o 22 vehículos equivalentes por día, representarían 1.76 vehículos equivalentes por hora-pico para el Acceso Sur (para un factor de 8%), ya que en esta carretera se prevé sólo el transporte de trabajadores.

Teniendo en cuenta la capacidad de ambas carreteras (1,700 y 1,800 vehículos equivalentes por día por carril), el tráfico del Proyecto representaría un 0.24% y un 0.05% de sus respectivas capacidades.

Sumado al tráfico existente, el aumento provocado por el Proyecto resultaría en 75 vehículos por hora-pico en la Ruta Villeta – Alberdi, lo que representaría el 2.2% de la capacidad de la carretera, y en 554.8 vehículos por hora-pico en el Acceso Sur, o 15.4% de su capacidad.

Sabiendo que hoy en día los porcentajes del tráfico en relación con la capacidad vial ya son del 1.99% y 14.8%, el impacto del proyecto en estas dos carreteras puede considerarse insignificante. Así pues, no se prevé que la operación del Proyecto pueda causar molestias a los usuarios, asociadas a una reducción de la fluidez y la velocidad, dificultades de adelantamiento, posibles atascos puntuales y daños en los pavimentos con deterioro de las condiciones de la carretera.

Es importante dejar claro que aún no se ha definido la forma final de transporte del fertilizante, que depende del Plan de Negocio que se está estudiando para el Proyecto. Así, puede ocurrir que no todos los 50 viajes de camiones se realicen hasta el puerto de Terport, y que parte de la producción se transporte por carretera desde la Planta hasta las ciudades de Cascavel y Dourados, en Brasil. En cualquier caso, el recorrido hacia ambos destinos presupone el paso de los camiones por el mismo tramo de la Ruta Villeta – Alberdi que se utilizaría para acceder a Terport, aplicándose los cálculos de capacidad realizados para el escenario de transporte fluvial.

Después de la Ruta Villeta - Alberdi, el trayecto para esas ciudades debe ser realizado a través de los siguientes caminos:

Cascavel - Ruta Guarambaré - Villeta (de Villeta a Guarambaré), Acceso Sur (de Guarambaré a Itá), Ruta Ypacaraí - Itá (de Itá a Ypacaraí), Ruta 2 (de Ypacaraí a Foz do Iguazu, en Brasil), y BR-277 (de Foz do Iguazu a Cascavel).

Dourados - Ruta Guarambaré - Villeta (de Villeta a Guarambaré), Acceso Sur (de Guarambaré a Itá), Ruta Ypacaraí - Itá (de Itá a Ypacaraí), Ruta 2 (de Ypacaraí a Caacupé), Ruta Caacupé - Tobatí (de Caacupé a Tobatí), Ruta Arroyos y Esteros - Tobatí (de Tobatí a Arroyos y Esteros), Ruta 3 (de Arroyos y Esteros a San Estanislao), Ruta 10 para circunvalar la zona urbana de San Estanislao, Ruta 3 (de San Estanislao a Yby Yaú), Ruta 5 (de Yby Yaú a Ponta Porã, en Brasil), y BR-463 (de Ponta Porã a Dourados).

Los riesgos y molestias causados por el aumento del tráfico a los residentes de las viviendas situadas en los bordes de los accesos se evalúan en el Impacto 8.03 y riesgo 14.04.

Medidas de Mitigación

Teniendo en cuenta que una parte de este impacto está asociada a una actividad que realizará una empresa subcontratada, la principal medida a mencionar para prevenirlo es la contratación de Empresas altamente calificadas, del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, a través de la cual ATOME se asegurará de que sólo se contraten empresas que cumplan con la legislación paraguaya relacionada con la salud y seguridad y las condiciones de trabajo y también los procedimientos del sistema de gestión ambiental, social y de SST de ATOME.

Las medidas de gestión del transporte para la fase de operación, incluyendo el transporte de trabajadores con sus vehículos/motocicletas propios o transportados por furgonetas/autobuses están dispuestas en el **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación**, a través del cual se definirán los tramos de mayor riesgo de la ruta, un plan de señalización adecuado, control de la velocidad, normas de transporte, formación de los conductores, etc.

También es importante mencionar las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, que incluyen la comunicación a la población sobre las horas de mayor tráfico de camiones, posibles interrupciones del tráfico, los canales disponibles para quejas y consultas, entre otras informaciones, y el establecimiento del mecanismo de gestión de quejas, reclamaciones e inquietudes para que se comunique a ATOME cualquier problema, incluyendo daños en la carretera, molestias por exceso de ruido y emisiones, entre otros.

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de los Programas y medidas anteriores, se evalúa este impacto negativo de la fase de operación del proyecto, que afecta el AII, como directo, de inducción inmediata y larga duración, con alta probabilidad de ocurrencia y reversible (en caso de desmovilización de la Planta, el transporte de productos por carretera dejará de existir). Tiene potencial de acumulatividad y es sinérgico. Tiene larga duración y potencial acumulativo (**Sección 6.1.5**). Teniendo en cuenta que los viajes diarios de camiones y autobuses que generará

el Proyecto representan un porcentaje ínfimo de la capacidad de las carreteras, y que durante la fase de operación será más fácil establecer un control de las medidas de seguridad a la entrada y salida de vehículos en la Planta, este impacto se clasifica de bajas magnitud e importancia. Es un impacto altamente mitigable, resultando en importancia residual también baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	All
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7.03 – Apropiación de la capacidad de la Hidrovía Paraguay – Paraná

Acciones impactantes	A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Como se ha mencionado en el impacto anterior, aún no se ha definido la opción que se elegirá para el transporte de la producción de fertilizante CAN. El Plan de Negocio que se está estudiando para el Proyecto evalúa tanto las opciones de transporte sólo por carretera, hasta Cascavel y Dourados en Brasil, como el transporte por carretera hasta el puerto de Terport, y desde allí por la Hidrovía Paraguay-Paraná hasta el puerto de destino (Nueva Palmira, en Uruguay).

Si se opta por la segunda forma de transporte, es necesario evaluar el impacto que este aumento del tráfico de barcasas tendrá en la hidrovía.

Para realizar los cálculos del número de viajes de barcasas para transportar el fertilizante por la Hidrovía se consideraron las siguientes hipótesis recogidas en el **Capítulo 2.0**:

Se calcula un viaje de una barcaza cada dos días, y 100 a 150 viajes al año. Se entiende que algunos de estos viajes pueden estar más concentrados en determinadas épocas del año, ya que, en otras, por ejemplo, en la estación seca, la navegación puede estar restringida, tal y como se ve en las condiciones del Transporte fluvial incluidas en la **Sección 5.4.1.3.6.2**.

De todos modos, el flujo de barcasas resultante del Proyecto provocará un incremento en el uso de la Hidrovía, impactando en su capacidad de transporte de carga. Sin embargo, según datos de 2019, se estima que la Hidrovía aún opera con un tonelaje muy por debajo de su capacidad, y actualmente se coordinan acciones para un mayor aprovechamiento de los recursos compartidos, de manera de alcanzar un incremento que podría duplicar el nivel actual de carga transportada para el período 2020/2025²⁰.

²⁰ <https://www.puertojenfer.com.bo/hidrovia.php>.

El sistema de carga de la Hidrovía Paraguay-Paraná tiene una capacidad de aproximadamente 100 millones de toneladas²¹, pero de acuerdo a datos de distintos organismos internacionales, por la Hidrovía circulan anualmente más de 36 millones de toneladas anuales de carga comercial de las cuales la mayor parte son granos²².

A pesar de esta infrautilización, países como Argentina, por ejemplo, han previsto duplicar las exportaciones y llevarlas de los actuales 87.000 millones a 174.000 millones. Al ser la Hidrovía la principal infraestructura destinada a la exportación, esta meta exigiría la profundización del río para ampliar la capacidad de carga de los buques interoceánicos y facilitar su navegabilidad²³.

Además de esta previsión de aumento del uso de la Hidrovía, y de las restricciones a la navegación en determinadas estaciones y tramos, como se informa en la **Sección 5.4.1.3.6.2**, también hay que considerar los escenarios de cambio climático, con eventos de precipitaciones extremas y el consiguiente arrastre de sedimentos desde aguas arriba hacia arroyos y quebradas, y eventos de sequía, que pueden afectar a la navegación.

En cualquier caso, como ya se ha mencionado en el impacto 7.02, aún no se ha definido la forma final de transporte del fertilizante, que depende del Plan de Negocio que se está estudiando para el Proyecto. Una de las posibilidades evaluadas es transportar el fertilizante al 100% por carretera desde la Planta hasta las ciudades de Cascavel y Dourados, en Brasil, lo que eliminaría este impacto en la hidrovía.

Medidas de Mitigación

Este impacto también está asociado a una actividad que realizará una empresa subcontratada. Por lo tanto, se menciona la implementación de la contratación de Empresas calificadas del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, a través de la cual ATOME se asegurará de que se contrate una empresa de navegación que:

- Cumpla con la legislación paraguaya y requisitos internacionales relacionados con salud y seguridad y condiciones de trabajo; con el Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía del Paraguay; y con los protocolos de las agencias que regulan el uso de la Hidrovía Paraguay - Paraná en cada país.
- Disponga de un sistema propio de gestión ambiental, social y de salud y seguridad o esté obligada contractualmente a adoptar los procedimientos del sistema de gestión de ATOME y las medidas establecidas en este PGAS, que estarán basadas en la coordinación con las autoridades portuarias y los contratistas, en especial las medidas de seguridad y control ambiental previstas en el transporte fluvial del NH₃ y los protocolos de respuesta a emergencias del P.10.

También se mencionan las medidas del **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación**, a través del cual se definirán las buenas prácticas ambientales, sociales y de salud y seguridad asociados al transporte de operación del Proyecto.

²¹ <https://www.economy.com.bo/articulo/logistica/consultor-onu-destaca-potencial-salidas-maritimas-bolivia-como-canal-tamengo-hidrovia-paraguay/20220704172014006605.html>.

²² <https://www.puertojennefer.com.bo/hidrovia.php>.

²³ <https://agenciatierraviva.com.ar/hidrovia-paraguay-parana-tres-decadas-de-impactos-socioambientales-y-de-democracia-ausente/>.

También es importante mencionar las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

Calificación del impacto resultante

Implementando los Programas y medidas propuestos, este impacto negativo de la fase de operación del Proyecto se califica como directo, difuso, de corto plazo de inducción y largo plazo de duración, con baja probabilidad de ocurrencia (pudiendo ni siquiera se producir si el plan de negocios elige la opción de transporte terrestre al 100%) y reversible (en caso de desmovilización de la Planta, el transporte fluvial de productos dejará de existir). Es acumulativo y sinérgico. Se trata de un impacto de larga duración, con potencial acumulativo (**Sección 6.1.5**), de media magnitud e importancia mediana. Se considera un impacto medianamente mitigable y, por tanto, la importancia residual es baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Apropiación de la capacidad de la Ruta Nacional PY19 en la fase de operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	Difuso
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Moderada		
Mitigabilidad	Medianamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7.04 – Sobrecarga de los sitios de eliminación de residuos sólidos en la fase de obras

Acciones impactantes	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Como se señaló en la **Sección 2.7.4**, se estima que durante las obras y montaje del Proyecto se generarán diversos tipos de residuos, incluidos residuos de construcción y demolición y residuos de envases diversos. El volumen total estimado de residuos es de 297 m³, de los cuales la mayor cantidad, 141 m³, corresponde a envases diversos, además de 29 m³ de residuos de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos; 32 m³ de madera, vidrio y plástico; 10 m³ de mezclas betuminosas, alquitrán y otros productos alquitranados; 34 m³ de metales; 25 m³ de materiales de aislamiento; 15 m³ de materiales de construcción a partir de yeso; y 11 m³ de otros residuos de construcción o demolición.

Entre los residuos generados, hay aquellos que se pueden reutilizar y otros que se pueden reciclar. También hay residuos considerados peligrosos, que no pueden eliminarse en rellenos sanitarios, como, por ejemplo, las mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos contaminados con sustancias peligrosas; vidrio, plástico y madera contaminados con sustancias peligrosas; alquitrán de hulla y productos alquitranados; residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas; cables que contienen hidrocarburos; materiales de aislamiento contaminados; filtros de aceite, baterías, pinturas, yeso contaminado con sustancias peligrosas; otros residuos de construcción y demolición contaminados con sustancias peligrosas; y todo tipo de envases contaminados con sustancias peligrosas.

Además de los residuos de construcción y demolición, también se podrá generar:

- residuos comunes (residuos de oficina, restos de comida, envases de alimentos, papel higiénico, restos de EPP);
- residuos de ambulatorio;
- tierra contaminada como resultado de posibles fugas o derrames de combustibles, aceites y grasas y otros productos químicos;
- suelo excedente de excavación;
- residuos de supresión de vegetación.

Se estima que la generación de estos residuos sólidos en el campamento y frentes de construcción y montaje representarán un impacto en las infraestructuras de eliminación de residuos disponibles en la región, incluso si la cantidad de residuos que se generará no es significativa.

Medidas de Mitigación

Como parte de las medidas para la gestión de los residuos sólidos generados en el campamento y los frentes de construcción y montaje del proyecto, en primer lugar, se prevé la implementación de una central de residuos en el campamento, donde se llevará a cabo la separación y almacenamiento temporal de los residuos hasta el destino final.

Se separarán los residuos pasibles de reutilización en la obra y de reciclaje, siendo estos últimos vendidos a empresas licenciadas o donados.

Como se verificó en la línea base, los residuos del Distrito de Villeta son retirados por la empresa EMAASA, quienes se encargan de llevar los residuos a un relleno sanitario de Villa Hayes.

Los contratistas deberán contratar los servicios de esta empresa o de otra disponible en la región que esté debidamente licenciada, y no podrán eliminar los residuos en vertedero sin control ni quemarlos y enterrarlos.

La empresa recoge y elimina residuos industriales no peligrosos y residuos de construcción y demolición. Para los residuos peligrosos, se puede recurrir a la eliminación en la empresa TAYI AMBIENTAL S.A., ubicada en Asunción, que opera una planta de tratamiento de residuos hospitalarios, farmacéuticos, patogénicos, industriales, comerciales peligrosos y no peligrosos.

Las medidas de gestión de residuos (Gestión de residuos sólidos y Manejo de materiales peligrosos) son parte del **Programa de Control Ambiental de la Construcción** del PGAS (**Capítulo 7.0**). La comprobación de la correcta aplicación de estas medidas por parte de los Contratistas y subcontratistas se realizará mediante la medida de Supervisión de la Construcción incluida en el **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

Es importante también mencionar las medidas previstas en el **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**, como la Capacitación Laboral, el Código de Conducta para los Trabajadores y la Educación Ambiental y Social de Trabajadores, a través de las cuales los trabajadores serán informados de las prácticas apropiadas de gestión de residuos que se seguirán en el campamento y frentes de construcción.

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de las medidas previstas en el PGAS para este impacto de la fase de construcción, se clasifica el mismo como negativo, de incidencia en el AII o difuso, indirecto, de inducción a corto plazo y corta duración. Es completamente reversible y su probabilidad de ocurrencia puede considerarse baja, debido a la cantidad de desechos que se generarán. La magnitud es baja y la importancia moderada. Teniendo en cuenta que se trata de un impacto altamente mitigable, la importancia residual es baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Sobrecarga de los sitios de eliminación de residuos sólidos en la fase de obras			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	All o Difuso
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Parcialmente reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Moderada		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7.05 – Impacto en la circulación de la Ruta Nacional PY19 durante el tendido de los cables de la LT, generalmente de pocas horas

Acciones impactantes	A.2.11 Lanzamiento de los cables
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Dado que la Subestación de Buey Rodeo se encuentra en el lado opuesto de la Ruta Nacional PY19, la LT tendrá que cruzar esta carretera para llegar a su punto final, en la subestación de la Planta. Este cruce requerirá la interrupción temporal y puntual del tráfico en esta carretera durante la actividad de tendido de los cables.

Se prevé que el tendido de los cables en el punto de intersección de la LT con la carretera afecte durante unas 2 horas a los flujos de vehículos en el tramo del cruce. Cabe señalar que la carretera

que se va a interceptar no tiene un tráfico intenso, como se muestra en la **Tabla 6.1.3.3.a** en el impacto 7.01.

Se trata de una actividad que tendrá lugar solo una vez y será programada, que requerirá refuerzo de la señalización, la coordinación con las municipalidades y Direcciones de Vialidad y una adecuada comunicación social.

Medidas de Mitigación

Este impacto puede mitigarse mediante la adopción de medidas apropiadas, sistematizadas en el PGAS, principalmente en el **Plan de Control Ambiental de la Construcción**, como la implementación de señalización adecuada días antes del lanzamiento de los cables en el punto de cruce de la carretera, en coordinación con la municipalidad y la Dirección de Vialidad; la solicitud de permiso para el tendido de los cables; y el cierre de la carretera una vez, durante un par de horas aproximadamente.

También se prevén medidas de comunicación como parte del **Plan de Relaciones y Participación con la Comunidad**. La gestión de las medidas se hará en el ámbito del **Programa de Gestión Ambiental**.

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de las medidas previstas en el PGAS para este impacto de la fase de construcción, se clasifica el mismo como negativo, de incidencia en el AID, directo, de inducción inmediata y muy corta duración, de cerca de 2 horas y solamente una vez. Es reversible y de alta probabilidad de ocurrencia, de magnitud e importancia bajas. Se trata de impacto de fácil mitigación y, por tanto, de importancia residual baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Impacto en la circulación de la Ruta Nacional PY19 durante la construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapas de ocurrencia	Operación	Incidencia	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

8 - Impactos en la Calidad de Vida de la Población

8.01 – Generación de expectativas

Acciones impactantes	A.1.01 Divulgación del proyecto A.1.02 Estructuración operacional inicial A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

Análisis del impacto potencial

Los impactos sociales comienzan en el momento en que las partes potencialmente afectadas o interesadas por un proyecto en particular se dan cuenta de su existencia, ya sea a través de noticias públicas, a través de consultas y reuniones con entidades y autoridades locales, de las inspecciones de campo de topografía, ingeniería y para los estudios ambientales, incluidas las entrevistas con la población y otras situaciones.

Las noticias y la presencia de técnicos relacionados con el proyecto en la región crean temores sobre posibles impactos negativos, como incomodidades provocadas por las actividades de obras, incluyendo emisión de ruido, polvo, vibración, aumento del tráfico de vehículos pesados, la presencia de trabajadores de fuera de la región, entre otros; y / o expectativas positivas, como las relacionadas a puestos de trabajo, dinamización de la economía local, aumento posibilidades de negocios, otros beneficios para la comunidad en general, entre otras.

Las expectativas se extienden también a los posibles impactos y riesgos de la fase de operación de la Planta, que se refieren a posibles accidentes con los equipos e instalaciones, que impliquen explosión y fuga de productos peligrosos; al empeoramiento de las condiciones de tráfico y conservación de la Ruta Nacional PY19; al aumento del riesgo de accidentes por el tránsito de los camiones que transportarán el fertilizante CAN y los autobuses que transportarán los trabajadores; a la prohibición de algunos usos en las franjas de servidumbre de la LT y las tuberías de agua y efluentes; entre otros.

En caso de incertidumbres resultantes de la falta de información sobre el proyecto y la interacción entre personas potencialmente afectadas e interesadas, tanto los temores como las expectativas pueden ser exagerados o pueden no corresponder en absoluto con la realidad resultante del proyecto. Las situaciones de incertidumbre pueden crear preocupación y angustia e incluso pueden conducir a actitudes y acciones de contestación y conflicto.

Medidas de Mitigación y Potencialización

Es importante y necesario, lo antes posible, desarrollar procesos de información, comunicación y participación con las partes interesadas y posibles afectados sobre las características del proyecto y los impactos potenciales, para reducir la incertidumbre y, por otro lado, informar sobre los compromisos a ser asumidos por ATOME para prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos y recoger contribuciones al diseño de las mejores soluciones de mitigación.

En el contexto de este EIAS, se realizaron contactos y entrevistas con autoridades y otras partes interesadas de Villeta, incluyendo los residentes de la única casa en las inmediaciones de la Planta, en entrevistas semi estructuradas.

También se realizó una consulta pública en Villeta, conforme establecido en el **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, para presentar el EIAS y recoger las contribuciones de la población para mejora del Proyecto y del estudio.

Todas estas medidas están sistematizadas en el **Programa de Participación de las Partes Interesadas** del PGAS. La implementación efectiva de las medidas se verificará a través de la medida de Supervisión de la Construcción del **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

Calificación del impacto resultante

Es un impacto con vectores negativo y positivo, de ocurrencia cierta, pero reversible, de alcance geográfico en el AID y en el AII, que comienza en la etapa de planificación, pero se relaciona principalmente con la fase de construcción y se extiende a la operación del proyecto. Es directo, inmediato y de largo plazo de duración. La magnitud es alta y la importancia es media. Es de fácil mitigación con las medidas de comunicación previstas, resultando en importancia residual moderada.

Calificación del impacto (atributos)			
Generación de expectativas			
Naturaleza	Negativo y Positivo	Localización y espacialización	AID y AII
Etapa de ocurrencia	Planificación/Implantación/Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada		

8.02 – Molestias causadas por las actividades de construcción

Acciones impactantes	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

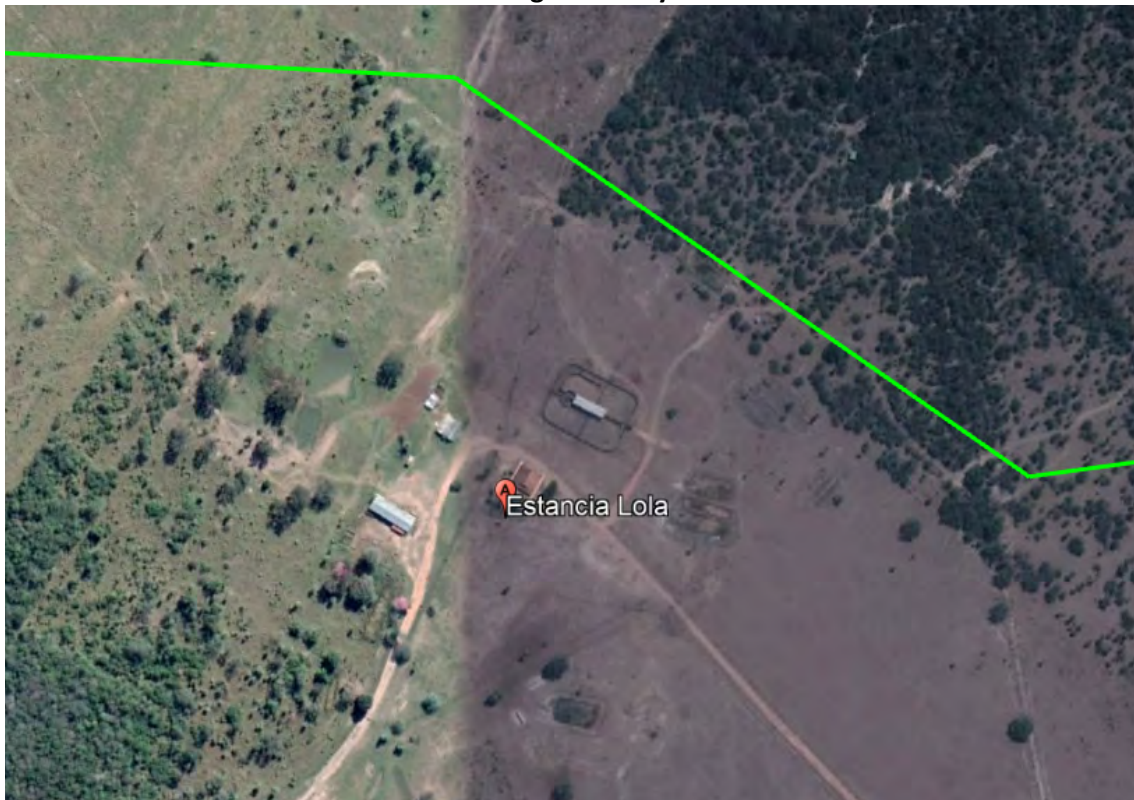
Análisis del impacto potencial

Algunas actividades de las obras tienen el potencial de afectar el bienestar de personas que residen cerca de los frentes de construcción, accesos y campamento de obra debido al aumento del ruido, polvo, vibraciones y tráfico.

En el caso del proyecto de ATOME, como se verificó en el diagnóstico y en impactos anteriores, sólo hay una vivienda vecina cerca de los límites del terreno de la Planta, donde viven cuatro o más personas que laboran en la finca, las cuales serán las más impactadas por las actividades de construcción. En el caso de las tuberías de agua y efluentes, las obras podrían causar molestias a los vecinos de la Estancia Lola, que se encuentran a unos 200 metros del trazado (**Figura 6.1.3.3.b**).

Figura 6.1.3.3.b

Estancia Lola en relación a las tuberías de agua cruda y efluentes



En el entorno de la Subestación de Buey Rodeo y de la franja de servidumbre de la futura LT y del lugar de construcción de la caseta de bombeo a orillas del río Paraguay, no existen ocupaciones humanas.

Hay que mencionar también las personas que viven alrededor de las vías de acceso que se utilizarán durante la obra, y que se verán impactadas por el aumento del tráfico de vehículos pesados, con aumento del riesgo de accidentes y de emisiones de ruido. Como mencionado en el impacto 7.01, el entorno de la Ruta Villeta - Alberdi a ser más utilizada durante las obras, presenta usos dispersos, correspondientes principalmente a industrias, empresas de servicios, además de algunos puestos de venta informales, de ocupación diaria.

Sin embargo, el entorno de los tramos de la Ruta Guarambaré – Villeta y principalmente del Acceso Sur a ser utilizados por autobuses de transporte de trabajadores presentan el entorno densamente ocupado. La población que vive en las casas a los lados de estas carreteras estará más susceptible a las incomodidades y riesgos del tráfico relacionado con el Proyecto, y podría verse directamente impactada.

Las principales molestias causadas por las actividades de construcción están relacionadas con el aumento de las emisiones de ruido, vibraciones y polvo, este último principalmente durante la construcción. Durante el período de sequía la generación y dispersión de polvo pueden ser más intensas, y requieren mitigaciones diarias. Las actividades con mayor potencial para la generación de este impacto son los movimientos de tierras, la hincas de pilotes, el montaje de estructuras metálicas, el funcionamiento de plantas de hormigón, el almacenamiento de áridos, el funcionamiento de generadores, además del tráfico de vehículos pesados en los accesos internos.

Medidas de Mitigación

Las medidas de prevención y mitigación de este impacto, sistematizadas en el PGAS, son principalmente las incluidas en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción** (Control de emisiones atmosféricas; Control de emisión de ruido y vibraciones; Control de tráfico de construcción; Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción). La implementación efectiva de las medidas por parte de los Contratistas y subcontratistas se verificará a través de la medida de Supervisión de la Construcción incluida en el **Programa de Gestión Ambiental y Social**, que también incluye Medidas de monitoreo de calidad ambiental.

También se mencionan algunas de las medidas del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales** como la Capacitación Laboral, el Código de Conducta para los Trabajadores y la Educación Ambiental y Social de Trabajadores. Los contenidos que se abordarán con los trabajadores incluirán:

- Tomar las precauciones necesarias en los trabajos realizados en las proximidades de la residencia vecina, para evitar en la medida de lo posible las incomodidades derivadas de las actividades de construcción;
- Evitar en la medida de lo posible las actividades ruidosas y luminosas por la noche;
- En períodos secos, humedecer el suelo expuesto en los accesos internos sin pavimento, para minimizar la emisión de polvo;
- Cubrir con lonas los camiones que transporten tierra seca y otros áridos para evitar la dispersión de polvo;
- Respetar los límites de velocidad y adoptar los itinerarios definidos en el Programa de Gestión del Tráfico, que tratará de dar prioridad al paso fuera de los tramos urbanos.

Como parte del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, se mencionan las medidas de difusión y comunicación y el Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes destinado a las comunidades.

Medidas de Monitoreo

Programa de Control Ambiental de la Construcción

- Monitoreo de ruido
- Monitoreo visual de emisiones (escala Ringelmann) de los vehículos y maquinaria de construcción

Calificación del impacto resultante

Este es un impacto negativo de la fase de construcción, directo, de alcance principalmente en el ADA y entorno, pero que se extiende al All debido a los accesos. Tiene una inducción inmediata y una duración de corto plazo (periodo de obras). Es reversible y tiene una alta probabilidad de ocurrencia. La magnitud es media y la importancia moderada, pero se consideran de media a alta para la vivienda en la finca vecina. Siendo un impacto altamente mitigable, su importancia residual resulta moderada para los vecinos en la finca.

Calificación del impacto (atributos)			
Molestias causadas por las actividades de construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA/All
Etapas de ocurrencia	Implantación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Importancia	Moderada y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada		

8.03 – Molestias por ruido en la fase de operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

Análisis del impacto potencial

En la fase de operación del Proyecto, algunos equipos de la Planta que emiten ruidos pueden afectar a la calidad de vida de los residentes de la propiedad vecina. Como ya se ha mencionado, sólo hay una residencia adyacente al terreno de la Planta, donde viven cuatro o más personas que laboran en la finca donde se realizan actividades de cría de patos, marruecos, ovejas, cabras, además de burros, caballos y vacunos, según información de la entrevista.

Teniendo en cuenta el funcionamiento de la Planta, las emisiones de los equipos que más emiten ruido son las siguientes:

Tabla 6.1.3.3.c

Equipos de la Planta que más emiten ruido

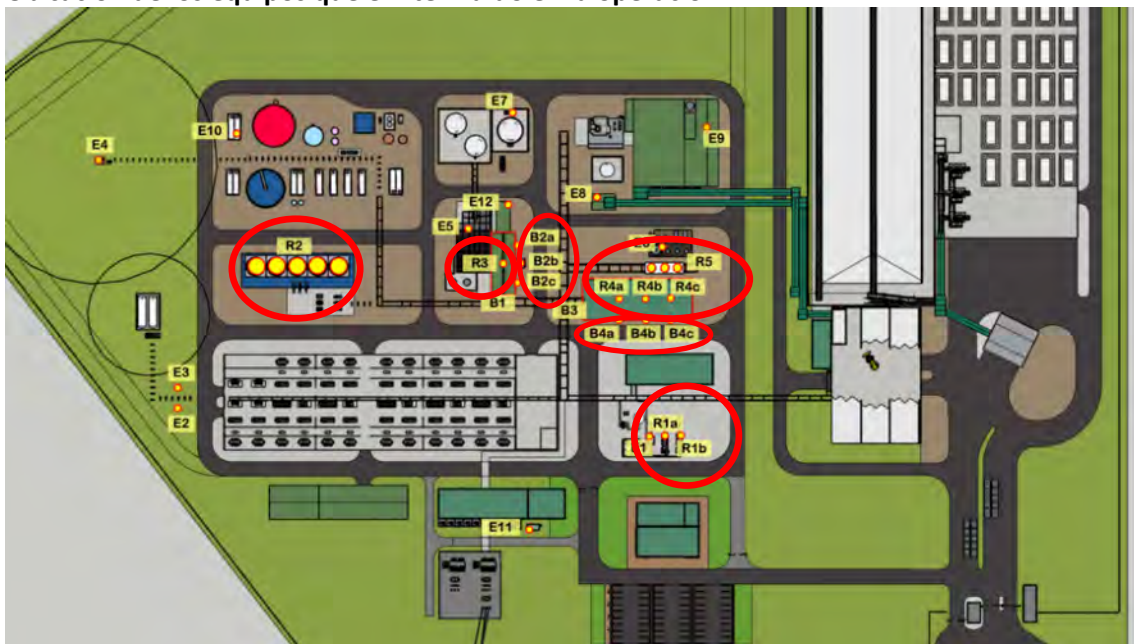
Punto	Descripción	Ruido emitido (dBA) *
R1a	Compresor principal de la USA	85
R1b	Compresor reserva de la USA	85
R2	Torre de refrigeración (5 células)	85
R3	Turboset	95
R4a	Compresor de <i>syngas</i>	95
R4b	Compresor de reserva	95
R4c	Compresor de Unidad de Síntesis de NH ₃	95
R5	Refrigerador de NH ₃	85
B2a	Ventilación Turboset A	84
B2c	Ventilación Turboset B	84
B4a	Ventilación del edificio del compresor A	84
B4b	Ventilación del edificio del compresor B	84
B4c	Ventilación del edificio del compresor C	84

*A 1 m del equipo.

Estos equipos se muestran en la **Figura 6.1.3.3.c** en relación con el layout de la Planta, utilizando los códigos R1 a R5, B2 y B4 que aparecen en la Tabla y destacados en círculos rojos.

Figura 6.1.3.3.c

Ubicación de los equipos que emiten ruido en la operación



Además del ruido causado por los equipos de la Planta, también hay que tener en cuenta el ruido causado por el tráfico de camiones dentro de la planta. Sin embargo, teniendo en cuenta que el flujo no será constante, se entiende que esta contribución será muy pequeña.

Al ser el Acceso Sur una vía con un volumen de tráfico actual muy superior al de la Ruta Villeta - Alberdi, no se considera que los 8 viajes diarios de los autobuses de trabajadores puedan generar

un incremento de ruido que cause más molestias a los residentes de las viviendas situadas en sus márgenes.

En cuanto a la LT, cabe mencionar que debido al efecto Corona, su operación produce un ruido de amplio rango, con sonidos generalmente descritos como zumbidos, clics o silbidos. Aunque rara vez es de intensidad o volumen suficiente para causar molestias y quejas de la población circundante, es un impacto a tener en cuenta. Las condiciones atmosféricas pueden causar variaciones significativas en la intensidad del Efecto Corona, especialmente en LTs con voltajes superiores a 220 kV, efecto que es la principal fuente de emisiones de ruido resultantes de la operación de LTs. En clima lluvioso y húmedo, el ruido generado por la operación de las LTs puede alcanzar niveles de sonido relativamente altos y puede ser una fuente de incomodidad para las poblaciones circundantes.

El proyecto de la LT de ATOME considera el ruido audible máximo en el límite de la franja de servidumbre como 45 (nocturno) y 60 (diurno) dBA. Estos valores son los definidos por la Ley N° 1100/1997 para áreas residenciales. Por otro lado, la CFI limita el ruido durante el día a los 55 dB, un poco abajo del límite de la Ley N° 1100/1997.

Para establecer los niveles de ruido actuales en el sitio del Proyecto, se realizó una campaña de medición de Nivel de Presión Sonora (NPS) entre los días 30 de setiembre y 10 de octubre de 2023, en horario diurno y nocturno, en cuatro receptores seleccionados ubicados en las inmediaciones del proyecto, mediante una única medición continua de 20 horas de duración por punto.

Para evaluar el impacto en el ambiente sonoro ocasionado por el proyecto se realizó una modelización del ruido utilizando el modelo CadnaA, que permite estimar la disipación de ruidos a partir de fuentes emisoras, considerando la topografía y otros obstáculos. El software CadnaA, de la empresa alemana Datakustik, considera inicialmente la modelización de la situación actual, insertándose en el programa la topografía, los edificios y muros circundantes y las fuentes de ruido actuales. El modelo se calibra hasta obtener en los puntos los valores respectivos medidos en la campaña.

La modelización fue realizada por CSI Ingenieros en octubre de 2023 y el informe completo de “Evaluación de la afectación al ambiente acústico – Modelación de nivel de presión sonora” puede consultarse en el **Anexo 6**.

Fueran considerados en la modelización los resultados de las mediciones, realizadas en los cuatro puntos, uno en el interior de la Planta considerando la futura localización de las principales fuentes sonoras como los compresores, uno en el acceso principal al terreno y frente a la ruta, otro en el límite de la propiedad de Atome y el vecino y el último en el acceso principal en la propiedad del vecino.

Se definieron once receptores puntuales a lo largo del perímetro del predio y se incorporaron otros cuatro receptores adicionales correspondientes a los sitios de monitoreo donde se realizaron las mediciones de línea de base. En la **Figura 6.1.3.3.d** se presenta la localización de todos los receptores puntuales considerados.

La evaluación de la afectación a la calidad acústica se realizó considerando dos escenarios diferenciados. El primero corresponde al escenario con la totalidad de las principales fuentes de

emisión de ruido funcionando de forma continua y simultánea (supuesto conservador), sin incluir medidas de abatimiento de ruido. La **Figura 6.1.3.3.e** muestra el escenario 1 de la operación de la planta. El segundo escenario analizado surge de considerar las medidas de abatimiento de ruido definidas durante el diseño de ingeniería de la planta industrial, como instrumentos adicionales de mitigación del impacto acústico que el proyecto pudiera generar sobre el entorno. La **Figura 6.1.3.3.f** muestra las curvas de ruido teniendo en cuenta las medidas de atenuación acústica.

La **Tabla 6.1.3.3.d**, a continuación, muestra el análisis de la situación futura (proyecto + línea de base) para cada escenario modelado y su comparación con la normativa y guías de referencia adoptadas.

Figura 6.1.3.3.d
Receptores puntuales considerados

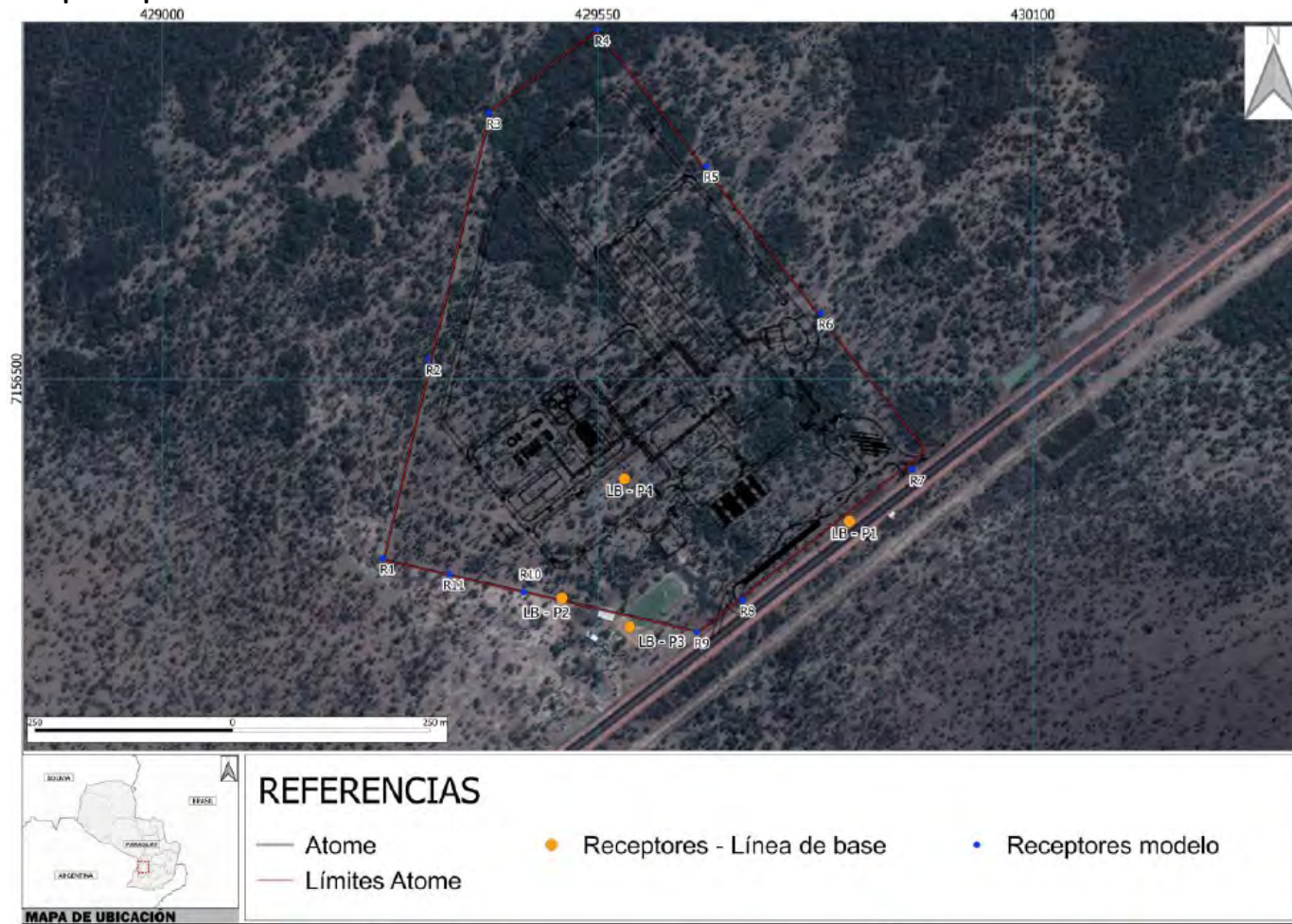


Figura 6.1.3.3.e
Escenario 1

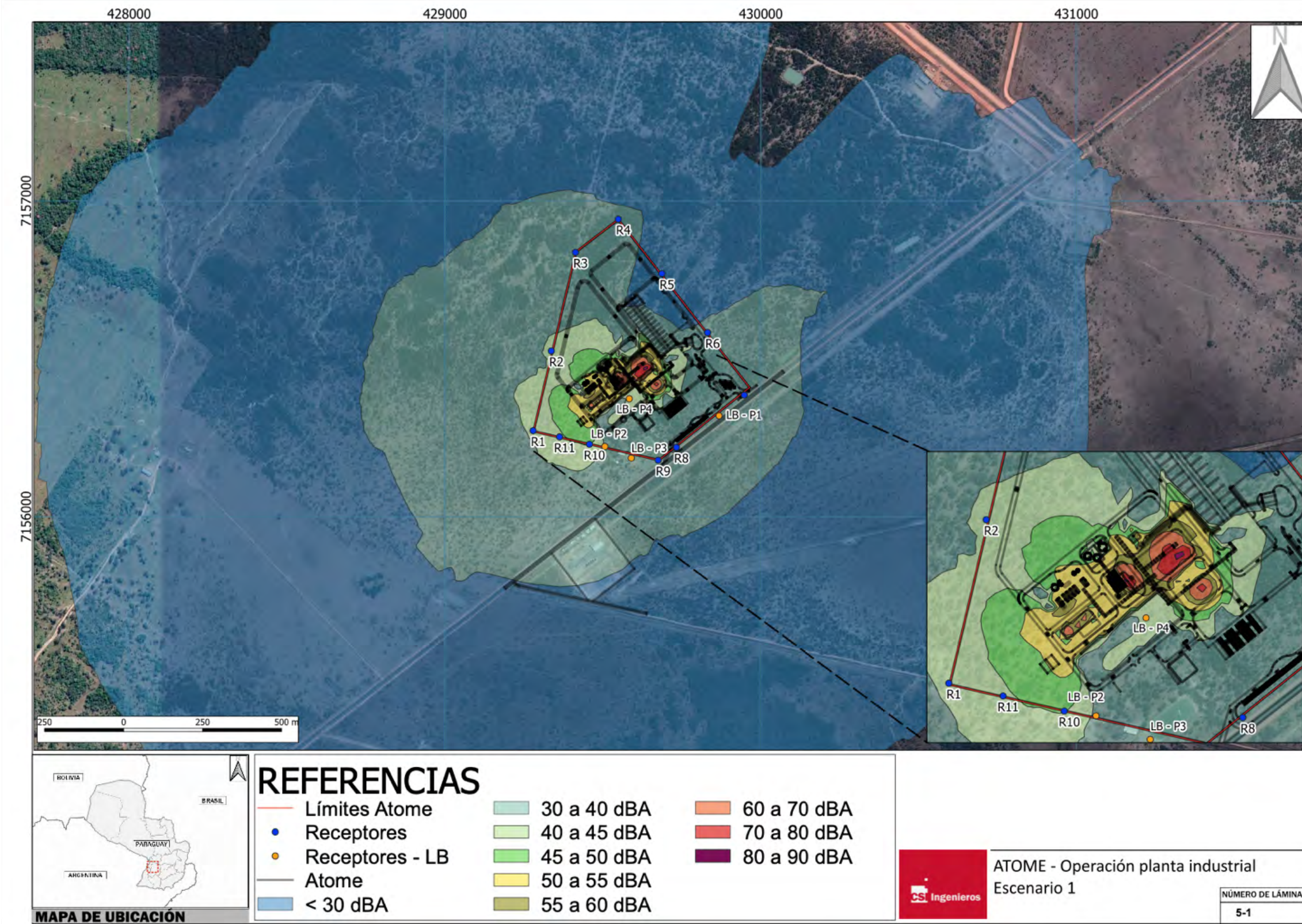


Figura 6.1.3.3.f
Escenario 2

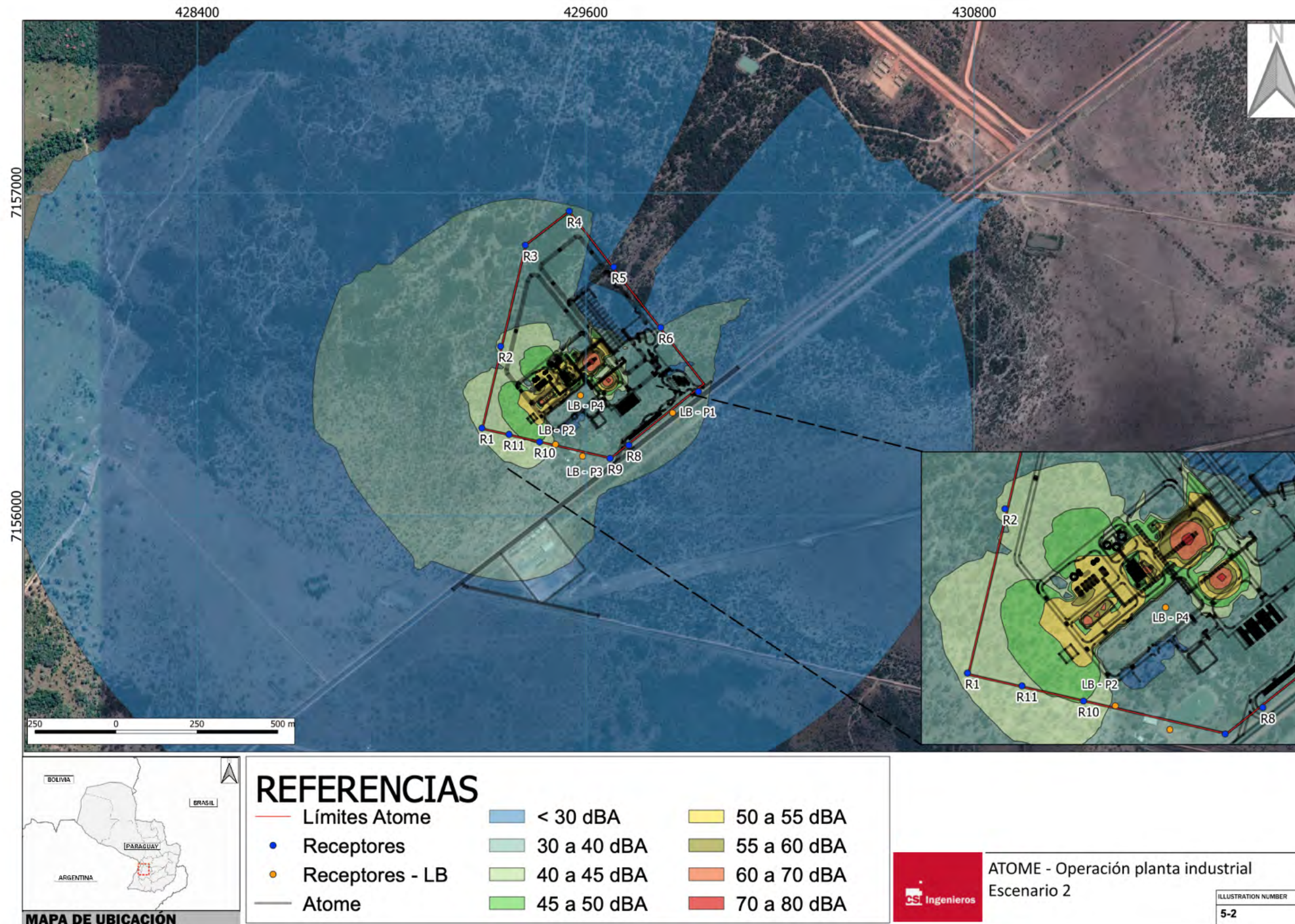


Tabla 6.1.3.3.d

Valores de NPS previstos y comparación con la normativa y guía de referencia

Receptor	Período	Aporte proyecto L _{Aeq} (dBA)		Línea de base* (dBA)	Punto de línea de base representativo* (dBA)	Situación futura: proyecto + línea de base (dBA)		Ley 1100/97 (dBA)	Guía IFC (dBA)
		Esc 1	Esc 2			Esc 1	Esc 2		
R1	Diurno	41	41	56	LB-P4***	56	56	75	70
	Noct.	41	41	53		53	53	60	70
R2	Diurno	41	41	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	41	41	53		53	53	60	70
R3	Diurno	34	33	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	34	33	53		53	53	60	70
R4	Diurno	31	30	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	31	30	53		53	53	60	70
R5	Diurno	25	19	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	25	19	53		53	53	60	70
R6	Diurno	35	31	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	35	31	53		53	53	60	70
R7	Diurno	33	30	66	LB-P1	66	66	75	70
	Noct.	33	30	62		62	62	60	70
R8	Diurno	34	31	66	LB-P1	66	66	75	70
	Noct.	34	31	62		62	62	60	70
R9	Diurno	33	31	65	LB-P3	65	65	75	70
	Noct.	33	31	67		67	67	60	70
R10	Diurno	45	45	58	LB-P2	58	58	75	70
	Noct.	45	45	55		55	55	60	70
R11	Diurno	44	44	58	LB-P2	58	58	75	70
	Noct.	44	44	55		55	55	60	70
LB - P1	Diurno	34	31	66	LB-P1	66	66	75	70
	Noct.	34	31	62		62	62	60	70
LB - P2	Diurno	40	39	58	LB-P2	58	58	75	70
	Noct.	40	39	55		55	55	60	70
LB - P3	Diurno	32	31	65	LB-P3	65	65	60	55
	Noct.	32	31	67		67	67	45	45

Fuente: CSI Ingenieros, 2023.

* Dado que la normativa paraguaya y la guía IFC consideran distintas franjas horarias para los períodos diurnos y nocturnos, se selecciona el menor valor correspondiente a cada período.

** Punto de línea de base considerado representativo del ambiente acústico del receptor evaluado. Se utilizó un criterio de cercanía y distancia a la ruta para su determinación.

***El LB-P4 no se evalúa por encontrarse dentro del predio industrial.

Según las conclusiones del estudio del **Anexo 6** (CSI Ingenieros, 2023), la evaluación de la potencial afectación al ambiente acústico de la zona por la futura operación de la Planta indica que no se generará un impacto negativo significativo en el entorno, en tanto la calidad acústica continuará siendo determinada por la condición actual (de línea de base). Bajo los supuestos realizados en la modelación, la contribución de nivel de presión sonora producto solo del funcionamiento del proyecto (sin cualquier ruido ambiente) es sustancialmente menor a la condición actual (línea de base), con valores de menos de 10 dBA en todos los receptores puntuales evaluados.

En cuanto al cumplimiento de los valores de calidad objetivo establecidos en la normativa paraguaya y guía IFC en la situación futura, no se prevé que haya una modificación del cumplimiento actual en los receptores relevados. Es decir, aquellos receptores en los que el NPS actual supera los valores de calidad objetivo continuarán superándolos en la situación futura y no se prevé que ningún receptor puntual evaluado modifique su nivel de cumplimiento cuando comience a funcionar el proyecto.

Si se considera la guía del IFC, el receptor LB-P3 (punto localizado en vivienda más próxima) es el único receptor puntual donde no se cumple en la situación actual ni se cumplirá en la situación futura el valor de calidad objetivo para período diurno y nocturno. Si se considera la normativa paraguaya, el mismo receptor LB-P3 tampoco cumple ni dará cumplimiento en la situación futura a los valores de calidad objetivo para ambos períodos, y lo mismo sucede para los receptores R7, R8, R9 y LB-P1 en período nocturno.

Cabe destacar que para el receptor LB-P3 se consideraron los límites residenciales de la normativa paraguaya y guía IFC. A pesar del anterior, se recuerda que este receptor corresponde a una vivienda rural productiva donde se desarrollan actividades de granja y que los valores de NPS relevados en la línea de base son actualmente elevados.

Medidas de Monitoreo

Según el estudio de modelización, las medidas de abatimiento de ruido que Atome ya tiene incorporadas en su diseño de ingeniería y fueron consideradas en el Escenario 2, disminuirá aún más el aporte del proyecto. En la fase de pruebas previa a la puesta en servicio, se realizarán mediciones para garantizar que los niveles de ruido emitidos por los equipos cumplen los límites indicados en la garantía de cada equipo. La eficacia real de las medidas de atenuación del ruido diseñadas se confirmará durante la fase de pruebas y puesta en servicio, ya que el contratista EPC llevará a cabo un control de confirmación antes del inicio de las operaciones.

No obstante, en la fase operativa se realizará monitoreo de ruido como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**, para demostrar que la inexistencia de impactos, i.e., los niveles de línea base registrados antes del inicio de la operación de planta siguen como antes.

Calificación del impacto resultante

Este es un impacto negativo de la fase de operación, restringido a la porción de la AID más cercana a la ADA, pero que se extiende al AII debido a los accesos. Tiene incidencia indirecta, inducción inmediata y duración a largo plazo. Según los estudios de modelización, tiene una baja

probabilidad de ocurrencia y es reversible debido las medidas de reducción de ruidos incluidas en el diseño del proyecto. Tiene potencial acumulativo (ver **Sección 6.1.5**). La magnitud e importancia se consideran bajas y siendo de fácil mitigación, la importancia residual resulta también baja.

Calificación del impacto (atributos)			
Molestias por ruido en la fase de operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID/AII
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	Totalmente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

8.04 – Molestias por olores en la fase de operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

Los residentes de la casa vecina a la Planta pueden verse afectados en la fase de operación por la emisión de olores, relacionada principalmente con el funcionamiento de las siguientes estructuras de la planta:

- Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR);
- Unidad de síntesis de NH₃;
- Tanque principal de NH₃.

Esta emisión de olores, dependiendo de la proximidad y de la dirección del viento, puede causar molestias a los vecinos. A este respecto, cabe mencionar que estas instalaciones de la Planta estarán entre 200 y 300 m de la casa vecina y que los vientos del noroeste durante el verano pueden contribuir a las molestias de los vecinos causadas por escape de gas amoníaco en la planta de NH₃ y el tanque principal de NH₃, o por olores provenientes de mal funcionamiento de la ETAR.

Medidas de Mitigación

Se proponen medidas de control de olores como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**, y se evaluarán las medidas necesarias a ser aplicadas.

Se menciona también el seguimiento de las quejas registradas a través del Mecanismo de Manejo de reclamos que se implementará en la operación, dentro del ámbito del **Programa de Participación de las Partes Interesadas** y la aplicación de las medidas correctivas necesarias.

Calificación del impacto resultante

Este es un impacto negativo de la fase de operación, restringido a la porción de la AID más cercana a la ADA. Tiene incidencia indirecta, inducción inmediata y duración a largo plazo, pero intermitente. Tiene una baja probabilidad de ocurrencia y es reversible. La magnitud se considera media y la importancia moderada, pero de media a alta para los residentes de la casa vecina. Al tener un potencial de mitigación mediano, resulta en importancia residual baja.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Molestias por olores en la fase de operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo, intermitente
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Moderada y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Mitigabilidad	Medianamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

6.1.4

Identificación de Riesgos Asociados al Proyecto

Esta sección analiza los riesgos asociados al Proyecto sobre los componentes del Medio Físico, Biótico y Socioeconómico, y que no necesariamente se materializarán en forma de impactos negativos si las medidas propuestas son efectivas. Al final, se evalúa la calificación del eventual impacto asociado a este riesgo, en caso de que se materialice.

Como se observa, se identificaron 11 riesgos asociados al proyecto, siendo 3 en componentes del Medio Físico, 2 en el Medio Biótico y 6 en el Medio Socioeconómico.

La **Matriz 6.1.3.a** de la **Sección 6.1.3** muestra los riesgos y las medidas preventivas asociadas.

6.1.4.1

Medio Físico

9 – Riesgos de impactos en los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos

9.01 – Riesgo de impacto en la calidad de las aguas subterráneas durante la fase de construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos

Análisis del riesgo

Al igual que el impacto de riesgo de contaminación de los suelos durante la construcción, las posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados tienen el potencial de impactar negativamente el suelo y, en consecuencia, el agua subterránea.

Sin embargo, según los datos del diagnóstico, así como lo expuesto anteriormente, los Alfisoles, que predominan en el AID y AII, presentan una capa impermeable que determina una baja vulnerabilidad natural a la contaminación de los acuíferos bajo esta capa.

Por otro lado, la capa impermeable favorece las acumulaciones de agua en la superficie, principalmente en áreas de ocurrencia de Typic Albaqualf (A1.4 en el **Mapa 5.2.6.a**), ubicadas en relieve de Llanuras bajas e inundables. Como se destaca en la **Sección 5.2.6**, este tipo de suelo se distribuye desde el este de la región de los Esteros del Ypoá hasta los alrededores del río Paraguay, incluyendo el AII a lo largo de la Ruta Villeta-Alberdi, desde donde parte se direcciona al cultivo de arroz.

En el AID, debido a la prevalencia de Aquic Paleudalf (A7.4 en el **Mapa 5.2.6.a**) las acumulaciones de agua ocurren en la superficie, principalmente después de eventos de lluvia más intensos, pero no por períodos tan prolongados como en áreas de ocurrencia de Typic Albaqualf.

Los estudios sobre las principales características hidráulicas e hidrológicas en el ADA confirmaron que las aguas pluviales son las principales fuentes de agua en el predio con la escorrentía superficial siguiendo el patrón general hacia fuera y el oeste y con profundidad máxima entre 25 y 30 cm para una recurrencia de 25 años (**Sección 5.2.2.4**).

En cuanto a los niveles de aguas subterráneas, según los resultados del informe de perforación de pozos en el terreno de la Planta, estos se identificaron en dos profundidades: entre 30-42 m

y entre 48-50 m, en estratos de arenisca intercalados con capas más arcillosas. En el área de la Subestación Buey Rodeo, en sondeos con profundidades de 8.45 m, realizados en agosto de 2019, no se detectó la presencia de napa de agua subterránea, posiblemente ubicada a mayor profundidad. Al mismo tiempo, en el área del Proyecto de Omega Green, el nivel freático se encontró entre 6.3 m y 7.8 m de profundidad. En relación a los estudios geotécnicos del ADA de la Planta ATOME, el nivel freático fue encontrado entre 8.0 m y 8.7 m de profundidad, siendo señalado que esa posición es dependiente del régimen de precipitaciones y del nivel del río Paraguay.

De lo anterior, se considera que en el área de la Planta la posibilidad de alteración de la calidad de las aguas del acuífero más profundo (debajo de las capas más arcillosas) es baja, especialmente en el caso de posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o disposición inadecuada de efluentes contaminados, ya que los suelos arcillosos funcionan como una barrera impermeable. La excepción puede ocurrir en el caso de aportes de contaminantes en puntos de excavación más profunda o incluso a través de pozos existentes que se encuentren desprotegidos. Sin embargo, esta posibilidad se hace mayor en el caso del acuífero freático, debido a su menor profundidad de ocurrencia, pero, en general, esta agua no es captada en pozos.

En cuanto a la calidad de las aguas subterráneas en el área de la Planta, los análisis realizados en enero de 2023 en una muestra tomada del pozo profundo excavado en el terreno, y en junio de 2023 en una muestra tomada de un piezómetro, constataron que las aguas subterráneas ya presentan contaminación. La muestra del pozo ha resultado en valores de materia orgánica y coliformes superiores a los valores de referencia, así como varios otros parámetros no conformes, incluyendo turbidez, sólidos, nitrógeno amoniacal y cloruro. En la muestra del piezómetro, los valores de DBO, sólidos, OD, nitrógeno total, fósforo y algunos metales extrapolaron el límite, confirmando la contaminación.

Para las obras se prevén excavaciones de 102,000 m³ para cimentaciones y edificaciones, que se consideran las excavaciones más profundas.

Como ya se destacó, el acuífero local, Acuífero Cuaternario, tiene capas acuíferas principalmente restringidas a niveles arenosos y que tienen una ubicación variable en términos de profundidad y dimensiones laterales. Así, una vez eliminada la capa protectora, se debe extremar el cuidado para evitar la contaminación de las aguas subterráneas durante la ejecución de todas las actividades que involucren uso diesel/combustibles, incluyendo las áreas de movimiento de equipos, vehículos y maquinaria en las áreas de construcción, accesos y en las áreas de apoyo a la construcción. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado en las operaciones alrededor de los frentes de construcción, además de las áreas donde puedan ocurrir posibles fugas de productos peligrosos o la disposición inadecuada de efluentes contaminados tales como desbordamiento de aguas servidas.

Medidas de Prevención y Control

Dadas estas condiciones potenciales, se prevén las siguientes medidas en el PGAS para prevenir, controlar y mitigar este riesgo:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción**
 - Prevención y control de la contaminación del suelo
 - Gestión de efluentes
 - Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción
 - Gestión de residuos sólidos
 - Manejo de materiales peligrosos
 - Control de tráfico de construcción
 - Gestión de las actividades de movimiento de tierras
 - Control de las actividades de supresión de vegetación
 - Recuperación de áreas degradadas por las obras

- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
 - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
 - Procedimiento de Garantía de Conformidad
 - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA
 - Medidas de monitoreo de calidad ambiental

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
 - Capacitación Laboral

- **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción**
 - Plan de Acción de Emergencia en caso de derrame de productos peligrosos

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, se considera este riesgo como de baja probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas y de control, se califica como de naturaleza negativa, de eventual alcance en el AII, incidencia directa, de inducción inmediata y duración de corto plazo. Es altamente mitigable y reversible, siendo considerado de magnitud baja e importancia baja con la implementación de buenas practicas de construcción.

Calificación del impacto (atributos)			
Impacto en la calidad de las aguas subterráneas durante la fase de construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	All
Etapas de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		

10 – Riesgos de impactos en el Suelo/Relieve

10.01 – Riesgo de contaminación del suelo durante la fase de construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.01 - Suelo / Relieve

Análisis del riesgo

Las posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados tienen el potencial de impactar negativamente el suelo y, en consecuencia, el agua.

Su magnitud, sin embargo, depende de varios factores, que incluyen: tipo de sustancia, volumen de la fuga, características del producto (viscosidad, volatilidad, reactividad, solubilidad, etc.) y características ambientales (porosidad efectiva del suelo, profundidad de la capa freática, tipo de material constituyente, tipo de acuífero, presencia de estructuras geológicas), etc.

En este caso, cualquier fuga que ocurra primero alcanzará el suelo, pero no necesariamente la capa freática y drenaje superficiales, lo que dependerá de las características del producto y las propiedades del medio. El mayor riesgo de llegar a las aguas existe en la zona donde se instalará la infraestructura de captación de agua en la margen del río Paraguay, pero que deberá instalarse durante el período de aguas bajas y periodo muy corto debido al pequeño tamaño de la caseta de bombeo.

Durante las acciones de construcción de la Planta, implantación de las torres de la LT y estructuras de captación, bombeo y tuberías para la provisión de agua y vertido de efluentes, desde el río Paraguay hasta la Planta, el riesgo de contaminación del suelo está asociado con la presencia de equipos, vehículos y maquinaria en áreas de obras que usan diésel/combustible/aceite, en los accesos y en las áreas de apoyo a la construcción.

En cuanto al tipo de terreno donde se realizarán las intervenciones, cabe señalar que es principalmente de relieve de Llanuras Bajas, constituido por sedimentos aluviales cuaternarios blandos, formados por arcillas limosas, arenas, arcillas y limos.

La presencia de una capa arcillosa impermeable en el subsuelo del ADA y AID, característica de los tipos de los Aquic Paleudalf (A7.4 en el **Mapa 5.2.6.a**), según expuesto en la **Sección 5.2.6**, ayudan a proteger los niveles más profundos de las aguas subterráneas.

Por lo tanto, se debe tener especial cuidado en las operaciones en los frentes de construcción, además de las áreas donde puedan ocurrir posibles pequeñas fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados.

La contaminación también está asociada con la eliminación inadecuada de residuos sólidos peligrosos (residuos contaminados con aceite, residuos de concreto, contenedores y envases de lubricantes y solventes, etc.) y la gestión inadecuada de efluentes, ya sean domésticos (baños y comedores en los frentes de trabajo y campamento) o industriales (efluentes de lavado de la boquilla del mezclador y efluentes del piso del taller). En la **Sección 2.7.4** son indicadas las cantidades de residuos de construcción y demolición, incluso con la indicación de los que se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

Así, en las instalaciones temporales de construcción, el riesgo de contaminación del suelo es mayor debido a la presencia de estructuras como la central de residuos, áreas de almacenamiento de productos químicos, taller de obra, cocina, comedor, fosa séptica, entre otros, de acuerdo con la descripción dada en la **Sección 2.7.1.5**. Además, como se informó, se prevé un depósito para alimentar un generador diésel portátil para tareas de construcción.

Medidas de Prevención y Control

Dadas estas condiciones potenciales, se consideran medidas en el PGAS para prevenir este riesgo, incluyendo las siguientes:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción**
 - Prevención y control de la contaminación del suelo
 - Gestión de efluentes
 - Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción
 - Gestión de residuos sólidos
 - Manejo de materiales peligrosos
 - Control de tráfico de construcción
 - Gestión de las actividades de movimiento de tierras
 - Control de las actividades de supresión de vegetación
 - Recuperación de áreas degradadas por las obras

- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
 - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
 - Procedimiento de Garantía de Conformidad
 - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
 - Capacitación Laboral

- **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción**
 - Plan de Acción de Emergencia en caso de derrame de productos peligrosos

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, se considera este riesgo como de media probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas, se califica como de naturaleza negativa, restringido a la fase de construcción, de incidencia directa y cobertura restringida al Área Directamente Afectada (ADA). La inducción es inmediata y la duración de corto plazo. Es considerado un impacto de magnitud e importancia bajas.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Contaminación del suelo durante la fase de construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA
Etapa de ocurrencia	Construcción	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		

10.02 - Riesgo de contaminación del suelo en la fase de operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.02 Captación de agua para la Planta A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.01 - Suelo / Relieve

Análisis del riesgo

Las opciones de transporte terrestre del producto final de Atome aún está en evaluación, existiendo alternativas como el transporte desde la Planta hasta las ciudades de Cascavel o Dourados, en Brasil, y terrestre hasta el Puerto Terport de Villeta, siguiendo por la Hidrovía Paraguay - Paraná hasta el Puerto Nueva Palmira, en Uruguay.

Así, tanto en el caso del transporte por las carreteras de acceso a Cascavel y Dourados, como a lo largo de los 15 km que separan la Planta del puerto de Terport, la mayor circulación de camiones y también de autobuses para el transporte de trabajadores aumentará el riesgo de accidentes y posible contaminación del suelo en los casos de fugas de combustible y/u otros productos peligrosos.

El Proyecto de la Planta de ATOME también prevé la operación de estaciones de tratamiento de agua cruda y de aguas residuales, un centro de residuos, así como la operación de una subestación, aparcamientos, almacén y taller, entre otras estructuras. Así, posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la inadecuada disposición de residuos y efluentes contaminados en estos lugares tienen el potencial de impactar negativamente el suelo, pero la probabilidad es baja debido a que el diseño de cada instalación de almacenamiento, manejo y

tratamiento de efluentes, sustancias y desechos peligrosos. Todas las instalaciones tendrán contención secundaria y drenaje para contener derrames y evitar contaminación del suelo.

Entre los efluentes generados en la operación de la Planta y que se tratarán en la ETAR, se incluyen efluentes del tratamiento de agua, efluentes de tratamiento de aguas sanitarias, efluentes de separadores de aceite, efluentes de la red no oleosa y la purga de la torre de refrigeración. Teniendo en cuenta estos tipos de efluentes, el caudal total estimado es de 77.3 m³/h, como se explica en la **Sección 2.8.1.6**. En el tratamiento de efluentes también se destaca el uso de productos químicos, entre los que se encuentran el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio.

Entre los residuos sólidos a generar (**Sección 2.8.1.7**) se destacan, por el riesgo de contaminación, los siguientes: residuos domésticos de baños y comedores; aceite usado, bombillas y pilas usadas; residuos contaminados con aceite provenientes de actividades de mantenimiento de maquinarias y equipos; lodos del sistema de tratamiento de agua y efluentes; electrodos de equipos de electrólisis; catalizador del reactor de amoníaco; y residuos de mantenimiento.

Su ocurrencia, así como en la fase de construcción, depende de varios factores, que incluyen: tipo de sustancia, volumen de la fuga, características del producto, y características de los suelos o pisos. En cualquier caso, a diferencia de la fase de construcción, la mayoría de las actividades de operación con riesgo potencial de contaminación del suelo se realizará principalmente en zonas impermeables y mejor preparadas desde el punto de vista del control de contaminación. El diseño de cada instalación de almacenamiento, manejo y tratamiento de efluentes, sustancias y desechos peligrosos tendrá contención secundaria y drenaje para contener derrames y evitar contaminación del suelo.

Por lo tanto, durante la etapa de construcción se debe tener especial cuidado en las actividades en zonas de suelo expuesto, además de áreas donde exista un mayor riesgo de accidentes con productos peligrosos, por ejemplo, en el transporte por carretera o zonas donde pueda haber posibles fugas de un mayor volumen de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados.

Medidas de Prevención y Control

Como medidas de prevención se mencionan las contenciones secundarias de que dispondrán las zonas de proceso y almacenamiento de residuos y sustancias químicas, con capacidad para contener el 110% del volumen total, en caso de derrame o fuga. Además, el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos no se realizará directamente sobre el suelo, utilizándose las zonas habilitadas para ello.

También se considera una medida preventiva el propio sistema de drenaje de aguas pluviales de la Planta, que contendrá todos los vertidos. El sistema tendrá separación de los flujos, impidiendo que cualquier derrame en el área de proceso y las áreas de almacenamiento de productos químicos se mezcle con las aguas pluviales en las zonas donde no hay presencia de contaminantes.

Además de estas, se mencionan las siguientes medidas para controlar este riesgo:

- **Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación**
 - Gestión de residuos sólidos
 - Gestión de residuos peligrosos
 - Manejo de materiales peligrosos
 - Supervisión de empresas contratadas
- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
 - Capacitación Laboral

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, este riesgo de la etapa de operación es considerado de baja probabilidad de ocurrencia, puesto que cada instalación de almacenamiento y manejo de desechos, efluentes, y productos peligrosos tendrá contención secundaria y drenaje para contención de derrames.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas, se califica como de naturaleza negativa, incidencia directa, y cobertura restringida al ADA principalmente, pero extendiéndose al AII por incluir los accesos. La inducción es inmediata con el inicio de la operación y la duración es a largo plazo. Es un impacto reversible, siendo considerado de magnitud e importancia bajas.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Contaminación del suelo en la fase de operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA y AII
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Directa
Temporalidad (Inducción)	Inmediata	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		

6.1.4.2 Medio Biótico

11 – Riesgos de impactos en la Flora y Vegetación

11.01 – Riesgo de propagación de especies invasoras

Acción impactante	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente impactable	C.2.01 – Flora y Vegetación

Análisis del riesgo

Las especies exóticas invasoras son uno de los principales impulsores de la pérdida de diversidad biológica en todo el mundo. Según el informe de evaluación mundial de 2019 de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los

Ecosistemas (IPBES, 2019) el ritmo de introducción de especies exóticas invasoras es sin precedentes y no muestra señales de disminución. Estas altas tasas ocurren por el creciente volumen de envíos internacionales que contienen organismos vivos y propágulos, además de otros factores como los cambios en las pautas comerciales y el comportamiento y los hábitos de los consumidores.

El período de construcción y montaje del Proyecto demandará la adquisición de bienes y servicios para las obras, incluyendo insumos para la construcción como hierro, concreto premezclado, combustibles, pinturas, barnices, etc., además de la contratación de trabajadores locales y otros trabajadores de fuera de la región para puestos de trabajo relacionados a actividades con necesidad de calificación técnica.

En este sentido, el tránsito constante de maquinaria y trabajadores durante las obras puede favorecer la entrada de especies exóticas invasoras en los hábitats nativos de la región.

El Objetivo de Desarrollo del Milenio 15.8 pide la aplicación de medidas para prevenir la introducción y reducir significativamente el impacto de las especies exóticas invasoras en los ecosistemas terrestres y acuáticos y para controlar o erradicar las especies prioritarias. La primera base de datos nacional con información sobre la ocurrencia de especies exóticas invasoras en el territorio paraguayo se desarrolló en el año 2001, e identificó la ocurrencia de 410 especies de flora y fauna exóticas invasoras.

Cabe señalar que, a pesar de la presencia de hierbas exóticas en el límite del terreno cercano a la carretera, el muestreo de fauna y flora realizado para la línea de base del EIAS identificó la predominancia de especies autóctonas en el terreno del Proyecto.

Medidas de Prevención

El **Programa de Control Ambiental de la Construcción** tiene como objetivo general proporcionar orientación técnica para minimizar los impactos ambientales negativos de la construcción. Las medidas previstas en este programa incluyen prácticas de control y monitoreo de las actividades de construcción en los frentes de obra y en el campamento de construcción y otras áreas de apoyo.

Para asegurar el efectivo cumplimiento de esas medidas, el **Programa de Gestión Ambiental y Social** contempla acciones de supervisión ambiental, monitoreo y documentación de las obras, mediante de una herramienta de control de las actividades ejecutadas por los Contratistas, acompañando la implementación de las medidas mitigadoras preestablecidas.

El **Programa de Conservación de la Biodiversidad** a ser elaborado como parte del **Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)** incluye el monitoreo de la flora y fauna de fragmentos reservados como compensación por los impactos en biodiversidad, con el objetivo de monitorear, entre otros, la presencia de posibles agentes impactantes del hábitat natural, como especies exóticas invasoras.

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas del PGAS mencionadas arriba, se considera que el riesgo de que este impacto ocurra es medio.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas propuestas, el mismo se califica como de magnitud baja e importancia media. Aunque habrá un aumento del movimiento de personas y maquinaria, y la posible introducción de nuevas especies exóticas invasoras, se adoptarán medidas que puedan reducir y controlar este riesgo. Este impacto tiene carácter negativo, alcance geográfico en el AID, ocurrencia en las fases de implantación y operación, e incidencia indirecta. Su inducción y duración son de mediano plazo, siendo reversible.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Propagación de especies invasoras			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Implantación y operación	Incidencia	Indirecta
Temporalidad (inducción)	Medio Plazo	Temporalidad (duración)	Medio Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Media		

12 – Riesgos de impactos en la Fauna

12.01 – Riesgo de impactos sobre la fauna durante la construcción

Acciones impactantes	A.1.02 Estructuración operacional inicial A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción
Componente Impactable	C.2.02 - Fauna

Análisis del riesgo



Con las intervenciones para construcción de la Planta, aumenta el riesgo de impactos directos sobre la fauna de baja movilidad, como los anfibios de hojarasca. Sin embargo, incluso para la fauna más móvil, la perturbación causada por el aumento del ruido asociado al funcionamiento de la maquinaria, incluyendo motosierras, martinets, generadores, otros; al movimiento de vehículos; y también a la presencia de trabajadores en los frentes de construcción, actuará como un efecto inductor del desplazamiento de la fauna hacia regiones adyacentes. En consecuencia,

este proceso cambiará temporariamente los hábitos de las especies de fauna, generando un cambio en los patrones de ocupación de los microambientes disponibles.

Además, ese ahuyentamiento puede aumentar el riesgo de accidentes con fauna por atropellamiento durante la construcción, teniendo en cuenta que el Proyecto se encuentra al borde de la Ruta Nacional PY19 y que fue posible verificar algunos registros de fauna atropellada debido al uso actual de esta carretera (ver **Fotos 01 y 02** a continuación).

El aumento del ruido ambiental causado por las obras, con el consiguiente ahuyentamiento de los vertebrados silvestres más sensibles, será más intenso en el pico de las obras y en los frentes de trabajo con mayor concentración de trabajadores y actividades.

También es importante tener en cuenta el riesgo de que los trabajadores maten especies de fauna, ya sea por precaución o miedo, como en el caso de las serpientes, o para alimentarse.

	
<p>Foto 01: <i>Procyon cancrivorus</i> (Aguara pope) atropellado.</p>	<p>Foto 02: <i>Cerdocyon thous</i> (Aguara'i) atropellado.</p>

Medidas de Prevención

Para prevenir este impacto, se proponen las siguientes medidas, parte de los programas del PGAS:

Programa de Control Ambiental de la Construcción

- Control de tráfico de construcción
- Control de las actividades de supresión de vegetación

Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna

- Ahuyentamiento y rescate de fauna

Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales

- Capacitación Laboral
- Educación ambiental de trabajadores

- Código de Conducta para los trabajadores

Programa de Gestión Ambiental y Social

- Supervisión de la Construcción
- Procedimiento de garantía de conformidad
- Coordinación de Programas ambientales y sociales del PGAS

Calificación del riesgo

Incluso con las medidas preventivas propuestas, se considera que el riesgo es elevado y el impacto tiene una alta probabilidad de producirse.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas propuestas, se califica como negativo, directo, de alcance en el AID, de inducción inmediata y corta duración. Es reversible, de baja magnitud y media importancia.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Impactos sobre la fauna asociados a la presencia de trabajadores durante la construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	AID
Etapa de ocurrencia	Implantación	Incidencia	Directa
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Media		

6.1.4.3

Medio Socioeconómico

13 – Riesgos de impactos en la Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

13.01 – Riesgo de aumento de la demanda de servicios de salud

Acciones impactantes	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción
Componente Impactable	C.3.03 - Infraestructura, equipamiento social y servicios públicos

Análisis del riesgo

Como se indica en la **Sección 2.7.1.5**, el campamento de construcción planificado tendrá una sala de primeros auxilios / enfermería. Sin embargo, estas instalaciones no tendrán la estructura suficiente para manejar accidentes graves que puedan ocurrir durante las obras, siendo necesario un hospital para estos casos o en caso de exámenes laboratoriales. Así pues, puede haber una mayor demanda de infraestructura de salud durante la construcción, relacionada con el riesgo de accidentes laborales inherentes a este tipo de obra, incluso con las medidas preventivas adoptadas y la capacitación en salud y seguridad prevista en el **Programa de Salud y Seguridad Laboral** del PGAS. Si se produce, la búsqueda de estos servicios debe realizarse en Villeta principalmente, o incluso en Asunción, en casos más graves.

Como se establece en la **Sección 5.4.1.6.1**, la infraestructura de salud en Villeta consiste en un hospital distrital (HD) y 4 Unidades de Salud Familiar - USF (Cumbarity, Tacuaty Rugua, Naranjaisy Y Naranjaisy II), además de la unidad regional del IPS. El HD de Villeta cuenta solo con 20 camas.

Medidas de Prevención

Considerando el escenario descrito anteriormente, se proponen las siguientes medidas, sistematizadas en el **Programa de Salud y Seguridad Laboral** del PGAS:

- Los Contratistas y los subcontratistas deben garantizar instalaciones de salud con suficiente capacidad de respuesta en el campamento de construcción para minimizar el riesgo de sobrecargar los servicios de salud en Villeta y ciudades cercanas;
- Además de la sala de primeros auxilios / enfermería en el campamento, la medida principal para mitigar la mayor demanda de servicios de salud es implementar programas apropiados de prevención de accidentes laborales y gestión de riesgos de salud y seguridad, implementando un Programa de Salud y Seguridad Laboral, de conformidad con la legislación paraguaya y los requisitos internacionales en esta área.
- Disponer de un sitio de obras seguro, con empleados debidamente capacitados, que cuenten con equipos de protección individual, herramientas y equipamientos adecuados para la ejecución de cada actividad. El Contratista EPC deberá desarrollar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para asegurar condiciones seguras en todo momento.

Se menciona también el mecanismo de manejo de reclamos del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

La implementación efectiva de las medidas se verificará a través de la medida *Supervisión de la Construcción* del **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

Calificación del riesgo

Teniendo en cuenta que los Contratistas proporcionarán en el campamento de construcción la infraestructura de atención médica necesaria e implementará adecuadamente las medidas de prevención de accidentes, se tiene un número relativamente pequeño de mano de obra, y la gran parte ya reside en la región, el riesgo de aumento de la demanda de servicios de salud en Villeta y las ciudades vecinas, o incluso en Asunción, se considera de baja probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas propuestas, será negativo, de cobertura geográfica en el All o difuso, relacionado a la fase de implantación. Tiene incidencia indirecta, inducción a corto plazo y también duración a corto plazo. Es reversible, y de magnitud y importancia bajas.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Aumento de la demanda de servicios de salud			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	All o difuso
Etapa de ocurrencia	Implantación	Incidencia	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja

Calificación del Riesgo (atributos)	
Aumento de la demanda de servicios de salud	
Magnitud e Importancia	
Magnitud	Baja
Importancia	Baja

14 – Riesgos de impactos en la Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

14.01 – Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la construcción

Acciones impactantes	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

El trabajo de construcción involucrará una serie de actividades con riesgos específicos para la salud y seguridad de los trabajadores, de las cuales las siguientes se destacan como de alto riesgo:

- Transporte, manejo y almacenamiento de maquinaria, equipo y herramientas de trabajo;
- Transporte, manipulación y almacenamiento de materiales peligrosos, incluidos combustibles y materiales inflamables;
- Operación de maquinaria y equipo;
- Transporte de personas;
- Contacto con animales peligrosos;
- Exposición a altos niveles de ruido al operar máquinas y motosierras;
- Excavaciones;
- Trabajos en altura;
- Tala de árboles;
- Trabajos con riesgos eléctricos;
- Trabajos a altas temperaturas;
- Uso de soldadura con material radiactivo.

Los riesgos resultantes de estas actividades varían significativamente, desde lesiones menores hasta casos más graves con riesgo de muerte. La importancia de estos riesgos dependerá en gran medida de la implementación de medidas de gestión apropiadas, capacitación,

disponibilidad de equipo de protección, análisis de riesgo y permisos de trabajo para cada actividad, y su cumplimiento por parte de los trabajadores.

Parte de la fuerza laboral a contratar es local y la mayoría de estos trabajadores, a pesar de ser conscientes de los riesgos identificados anteriormente, pueden no tener la costumbre de adoptar las medidas de protección adecuadas, incluido el uso de equipos de protección personal (EPP). Así, no se descarta la probabilidad de que ocurran algunos accidentes durante los trabajos.

En relación al riesgo de contacto con animales peligrosos mencionado, es importante resaltar la posible presencia de especies de serpientes venenosas en el terreno del Proyecto, como la coral (*Micrurus frontalis*) y las jararas (*Bothrops alternatus* y *B. diporus*), además de invertebrados como escorpiones y arañas, que pueden causar accidentes con los trabajadores que ejecutarán las actividades de supresión de vegetación y limpieza del terreno.

También se ha mencionado, entre las actividades de riesgo en la fase de construcción, el transporte de equipos, maquinaria, insumos y trabajadores. Durante la construcción, se estima que aumentará el flujo de vehículos pesados por la Ruta Nacional PY19. Como se informa en la **Sección 2.3.6**, habrá más de 1,000 trabajadores contratados para la construcción de la Planta en los meses de pico, además de otros 40-50 trabajadores para las obras y montaje de la LT y de la estructura de captación de agua y de las tuberías de agua y efluentes. De ellos, los trabajadores de fuera de la región utilizarán alojamientos hoteleros y apartamentos de Asunción, y los demás serán contratados localmente, por lo que se prevé habiten en la zona.

Los trabajadores serán transportados todos los días desde Villeta o Asunción hasta la obra en autobús. Se estima que el transporte involucrará en esta fase hasta 8 viajes ida y vuelta en los meses de pico (ver **Tabla 2.7.6.a** en la **Sección 2.7.6**).

También habrá viajes de camiones entre la cantera de ripio y el terreno, para transporte de material para el relleno, en un total de 5,430 viajes, y 450 viajes de camiones para transporte de contenedores con mercancías importadas entre Terport y la obra.

Este aumento del flujo de vehículos a lo largo de las carreteras incrementará el riesgo de accidentes de tráfico con peatones y otros vehículos. Los accidentes peatonales son más probables en los tramos donde la Ruta Villeta - Alberdi atraviesa zonas con mayor ocupación residencial en los alrededores, que serían en el paso por el asentamiento Guasu Korá y por la comunidad Surubi'y.

En el resto del recorrido, como ya se mencionó en otros impactos, el uso del entorno de la ruta es más disperso y está constituido principalmente por industrias y empresas de servicios.

A pesar de su proximidad a la Ruta Villeta - Alberdi, los asentamientos Don Bosco y Sol Naciente se encuentran a los márgenes de otra carretera, la Ruta Villeta - Nueva Italia. De todos modos, este riesgo también se menciona para estas dos comunidades, y también para los residentes de viviendas ubicadas a los márgenes del Acceso Sur, en la ruta de los autobuses de transporte de trabajadores. Sin embargo, sólo hay dos momentos del día en que se espera este tráfico.

Medidas de Prevención

Debido al riesgo potencial identificado, se proponen las siguientes medidas de prevención, además de medidas de mitigación si se produce el impacto:

- Implementar el Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS) para la fase de construcción, que cumple con los requisitos de la legislación paraguaya, así como los requisitos internacionales sobre condiciones de trabajo, salud y seguridad. Este plan debe ser preparado por los Contratistas y debe ser aprobado por ATOME. Los Contratistas serán responsables de la implementación del PISS y del monitoreo interno de su cumplimiento (en particular por parte de los subcontratistas). ATOME será responsable de la supervisión externa del cumplimiento del PISS, incluida la identificación de situaciones de incumplimiento, y de sus medidas correctivas;
- Asegurar que los Contratistas tengan empleados debidamente calificados en Seguridad y Salud Ocupacional;
- En el campamento de construcción, garantizar condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las áreas sociales, en particular en el área del comedor y baños;
- Garantizar condiciones adecuadas de alojamiento para trabajadores de fuera de la región;
- Antes de comenzar el trabajo, los trabajadores deben estar capacitados en: (a) riesgos potenciales asociados con las actividades que emprenderán; b) medidas de seguridad; c) primeros auxilios;
- Asegurar que todos los trabajadores tengan EPP y hagan uso permanente de ellos durante las obras, de acuerdo con los tipos de actividades ejecutadas;
- Elaborar e implementar medidas de gestión de tráfico en la fase de construcción, incluyendo adoptar rutas menos pobladas, cumplir con los límites de velocidad establecidos, entre otras.
- Capacitación en conducción defensiva y dispositivos de control de velocidad en los vehículos.

Esas medidas están sistematizadas en PGAS, principalmente en el **Programa de Salud y Seguridad Laboral**, pero también en las medidas de Control de tráfico de construcción y de Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción del **Programa de Control Ambiental de la Construcción**; y en las medidas de Capacitación Laboral, Código de Conducta para los Trabajadores y Mecanismo de Manejo de Reclamos para trabajadores del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**.

La implementación efectiva de las medidas se verificará a través de la Supervisión de la Construcción del **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

También se mencionan las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, principalmente las medidas de comunicación y el Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes para la comunidad.

Por fin, como parte del **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción** se establecen protocolos a seguir en caso de incendios / explosiones y de eventos extremos, como tormentas severas y sequías.

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación correcta y eficaz de las medidas propuestas, se califica este riesgo como de media probabilidad de ocurrencia.

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con los trabajadores durante la fase de construcción, es decir, si el impacto se materializa, se considerará negativo, directo, con incidencia principalmente en el ADA, pero se extendiendo al AII por el riesgo de accidentes de tráfico durante los flujos de vehículos, equipos y trabajadores. Es un impacto de inducción inmediata y de corto plazo de duración, generalmente reversible. Tiene magnitud media e importancia moderada, pero se ha aumentado a media porque se trata de un impacto cuyas consecuencias pueden ser irreversibles.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Accidentes con trabajadores durante la construcción			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA/AII
Etapa de ocurrencia	Implantación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		

14.02 – Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

En la fase de operación, los riesgos existen principalmente para los trabajadores que trabajarán o circularán cerca de las instalaciones enumeradas a continuación y mostradas en la **Figura 6.1.4.3.a** (los códigos son los mismos que los de la **Figura 1.4.a - Layout General**, más la letra Z):

- Z04: Tanque Buffer NH₃
- Z13: Edificio de electrólisis
- Z20: Planta de ácido nítrico (AN)
- Z20B: Planta de solución de nitrato de amonio (SNA)
- Z21: Parque reserva de tanques de H₂
- Z24A: Compresores de gas de síntesis
- Z25: Unidad de síntesis de NH₃

Para estas instalaciones se realizó un análisis de los riesgos y tipos de accidentes que podrían producirse. En la **Tabla 6.1.4.3.a** se indican los tipos de riesgos que podrían presentar las instalaciones, los accidentes que podrían producirse y los niveles de preocupación para tres

diferentes zonas: Zonas de Intervención, de Alerta y de Efecto Dominó, según las siguientes definiciones:

- ZI - Zona de Intervención definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- ZA - Zona de Alerta, definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, salvo para los grupos de población críticos.
- ED - Zona de efectos dominó, definida como el área en la que podría producirse una propagación potencial del accidente.

Figura 6.1.4.3.a
Instalaciones de la Planta que presentan algún riesgo en la fase de operación

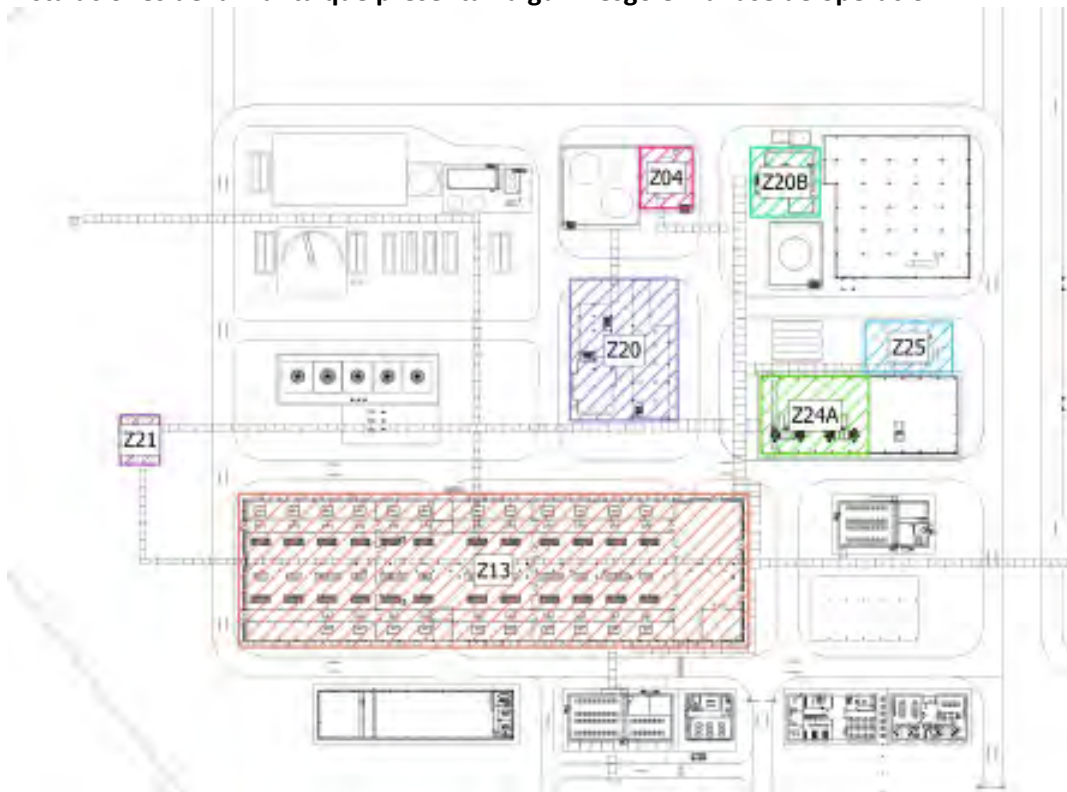


Tabla 6.1.4.3.a
Tipos de peligro, de accidentes y niveles de preocupación para las ZI, ZA y ED

Tipos de peligro	Tipo de accidentes	Sigla	Nivel de preocupación	Observaciones
Térmico (radiación térmica)	Fuego de charco (<i>Pool fire</i>) - PF	ZI	5 kW/m ²	Indicativo de quemadura de segundo grado tras 30 segundos de exposición (menos del 1% de víctimas mortales)
	Chorro de fuego (<i>Jet fire</i>) - JF	ZA	3 kW/m ²	ZA para un tiempo de exposición de 30 segundos
		ED	12,5 kW/m ² / Extensión de la llama	Son posibles efectos dominó en equipos específicos en función de la duración del fenómeno

Tabla 6.1.4.3.a

Tipos de peligro, de accidentes y niveles de preocupación para las ZI, ZA y ED

Tipos de peligro	Tipo de accidentes	Sigla	Nivel de preocupación	Observaciones
Térmico (radiación térmica)	Fogonazo (<i>Flash Fire</i>) - FF	ZI	LIF	Límite inferior de inflamabilidad (LIF)
		ZA	50% LIF	50% del LIF
Mecánico (sobrepresión)	Explosión (VCE*, explosión física) - VCE	ZI	125 mbar	Posible derrumbamiento de los paneles del techo o de las paredes
		ZA	50 mbar	Daños estructurales de pequeña magnitud
		ED	160 mbar	Posible efecto dominó en equipos específicos

* VCE = explosión de una nube de vapor.

Para determinar las consecuencias y el alcance de cada escenario de accidente, se utilizó la herramienta SAFETI (DNV). Para las explosiones físicas el cálculo fue realizado utilizando el programa CHEMS-PLUS²⁴, con las propiedades del vapor incluidas en la base de datos de este software.

La frecuencia de ocurrencia de cada uno de los eventos iniciadores de los accidentes se adapta al tiempo de utilización real de la instalación. Las frecuencias utilizadas se derivan de la suma de las frecuencias de las distintas causas que pueden dar lugar a los eventos iniciadores. Las frecuencias de las causas utilizadas se han obtenido del Guía BEVI²⁵.

Para convertir las variables físicas (radiación térmica y sobrepresión) en niveles de exposición para la población que pudiera verse afectada por los accidentes considerados se utilizaron las herramientas de análisis PROBIT, partiendo de un determinado tiempo de exposición a los efectos nocivos.

La aceptabilidad del riesgo se definió de acuerdo con los criterios incluidos en el documento SHEM-02.01²⁶.

Como resultado del análisis de riesgo se definieron, para cada instalación, las distancias de alcance para cada tipo de accidente, teniendo en cuenta los diferentes niveles de preocupación. Las áreas definidas por las distancias de cada riesgo se muestran en la siguiente **Tabla 6.1.4.3.b** y en las **Figuras 6.4.1.3.b-1 a 6.4.1.3.b-35** del **Anexo 13**.

Como puede observarse en la **Tabla 6.1.4.3.b** y en las Figuras del **Anexo 13**, los escenarios de accidente de mayor alcance (max ZI) son todos en estructuras de la Unidad de síntesis de NH₃, los cuales están destacados en rojo en la **Tabla 6.1.4.3.b**. En estos casos, los valores máximos de ZI son tales que los efectos del accidente pueden afectar no sólo a la zona donde se ha producido, pero tienen una mayor extrapolación a las zonas circundantes.

Como se describe en la **Sección 2.4**, con las propiedades y riesgos asociados a las materias primas y productos que se manipularán en el funcionamiento de la planta, tanto el H₂ como el NH₃ son

²⁴ CHEMS-PLUS 2.0. *Consequence modeling software*. Cambridge, MA: Arthur D. Little (1991).

²⁵ Reference Manual BEVI Risk Assessments, version 3.2, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre for External Safety, Bilthoven, the Netherlands, 2009.

²⁶ SAFETY, SECURITY, HEALTH & ENVIRONMENT MANAGEMENT (SHEM) STANDARD. SHEM-02.01. Process Safety Risk Assessment. Rev. No. 01. December 2013. SABIC.

gases inflamables que pueden explotar si se calientan. El H_2 también puede formar mezclas explosivas con el aire, mientras que el NH_3 es peligroso en caso de contacto directo o inhalación por parte de los trabajadores, ya que es tóxico y provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

En el caso del HNO_3 y NH_4NO_3 , ambos pueden agravar un incendio, debiendo mantenerse lejos de fuentes de calor fuentes de ignición y materiales incompatibles y no mezclarse con materiales combustibles. Ambos son peligrosos si los trabajadores entran en contacto con ellos. El HNO_3 provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares y el NH_4NO_3 también puede causar irritación grave en los ojos.

Tabla 6.1.4.3.b
Distancias de las ZI, ZA y ED para cada escenario accidental en cada instalación de la Planta

Escenario	Figura del Anexo 13	Condición meteorológica 4D			Condición meteorológica 2F			ZA	LD01	Max ZI
		ED	ZI	ZA	LD01	ED	ZI			
Z13/SEP1/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		0
Z13/SEP1/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP1/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/SEP2/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		4
Z13/SEP2/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP2/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/SEP3/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		9
Z13/SEP3/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP3/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/SEP4/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		9
Z13/SEP4/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP4/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/LIN/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-4	3	3	3	3	3	3	3	3	9
Z13/LIN/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-5					5	6	8	5	3
ZXX/TAN/H2/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-6	0	3	4		0	4	4		6
ZXX/TAN/H2/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-7	6	6	9	5	7	7	11	6	6
Z21/TAN/H2/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-8		0	30			0	28		7
Z21/TAN/H2/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-9	16	17	25	14	19	20	30	16	17
Z21/TAN/H2/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-10	10	11	12	10	11	11	12	10	20
Z24A/LIN-H2-NH3/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-11		0	15			0	15		11
Z24A/LIN-H2-NH3/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-12	9	9	14	7	11	11	17	9	9
Z24A/LIN-H2-NH3/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-13	6	7	7	6	6	7	7	6	11
Z25/C1CA/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-14		50	72			44	61		50
Z25/C1CA/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-15	30	32	35	29	30	33	35	29	44
Z25/C1CA/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-16	52	56	82	46	56	61	89	49	56
Z25/REA/SYN/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-17							18		61
Z25/REA/SYN/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-18	15	16	18	15	16	17	18	15	16

Tabla 6.1.4.3.b
Distancias de las ZI, ZA y ED para cada escenario accidental en cada instalación de la Planta

Escenario	Figura del Anexo 13	Condición meteorológica 4D			Condición meteorológica 2F			ZA	LD01	Max ZI
		ED	ZI	ZA	LD01	ED	ZI			
Z25/REA/SYN/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-19	7	8	12	7	8	9	13	7	17
Z25/LIN/SYN/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-20		0	36			0	36		9
Z25/LIN/SYN/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-21	13	14	21	11	14	15	23	12	14
Z25/LIN/SYN/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-22	27	29	31	26	27	29	31	27	29
Z25/SEPH/G3-LIQ/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-23	8	9	14	7	9	10	15	8	29
Z25/SEPH/G3-LIQ/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-24	45	49	54	44	52	56	61	52	49
Z25/SEPA/NH3/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-25		4	19			15	29		56
Z25/SEPA/NH3/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-26	33	33	37	33	37	37	37	0	33
Z25/SEPA/NH3/G2/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-27	22	25	29	21	22	25	29	20	37
Z04/TAN/NH3/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-28							9		25
Z04/TAN/NH3/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-29	16	16	17			19	19		16
Z04/TAN/NH3/G3/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-30	13	15	17	13	13	15	17	12	19
Z04/PUM/NH3/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-31							9		15
Z04/PUM/NH3/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-32	17	17	18			19	19		17
Z04/PUM/NH3/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-33	13	15	17	12	13	15	17	12	19
Z20/LIN/NH3/G2/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-34	4	5	6	3	4	5	5	3	15
Z20B/LIN/NH3/G2/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-35	3	4	5	3	3	4	5	2	5

Leyenda:

<p>Condición meteorológica 4D: atmósfera neutra y una velocidad del viento de 4 m/s</p> <p>Condición meteorológica 2F: atmósfera estable sin mezcla vertical y una velocidad del viento de 2 m/s</p> <p>Z04: Buffer NH₃</p> <p>Z13: Edificio de electrólisis</p> <p>Z20: Planta de ácido nítrico (AN)</p> <p>Z20B: Planta de solución de nitrato de amonio (SNA)</p> <p>Z21: Parque reserva de tanques de H₂</p> <p>Z24A: Compresores de gas de síntesis</p> <p>Z25: Unidad de síntesis de NH₃</p>	<p>PFIRE - <i>Pool fire</i>, Fuego de charco</p> <p>JFIRE - <i>Jet fire</i>, Chorro de fuego</p> <p>FLASHF - <i>Flash Fire</i>, Fogonazo</p> <p>VCE - Explosión física</p>	<p>SEP1, SEP2, SEP3 y SEP4 – Separadores de H₂ LIN - Línea</p> <p>REA – reactor</p> <p>SEPH - separador de NH₃ a alta presión</p> <p>SEPM – separador de NH₃ a presión media</p> <p>SEPA - separador de NH₃ a presión atmosférica</p> <p>PUM - bomba</p> <p>COM - compresor</p> <p>TAN – tanque buffer</p> <p>C1CA – Compresor syngas y circulador</p> <p>LIN – línea/tubería</p> <p>G2, G3 – eventos iniciadores de accidentes genéricos</p>
---	--	---

Además de estos riesgos mencionados en la **Tabla 6.1.4.3.a**, también hay riesgo de fuga de NH_3 , HNO_3 y NH_4NO_3 . A este respecto, cabe resaltar que las fugas son conducidas a la antorcha de emergencia de modo general, para quema del gas. En caso de otras fugas, se detecta y se avisa al personal de la Planta mediante señal acústica. El personal de Planta estará equipado con máscara antigás, que deberá usar en estas situaciones para evitar que sufran problemas de salud como dificultades respiratorias, broncoespasmos, quemaduras en la mucosa nasal, faringe y laringe, dolor torácico, edema pulmonar, y otras complicaciones. El alcance está limitado a las inmediaciones de las zonas de almacenamiento de NH_3 , HNO_3 y NH_4NO_3 .

Según INRS (2021)²⁷ y OMS (1986) si se produce una liberación repentina del amoníaco licuado a presión a partir de un recipiente, y si no hay obstáculos cerca de la fuente, todo este residuo se convertirá y permanecerá suspendido en una mezcla de vapor y finas gotitas del líquido. Si se inhala a baja concentración, el amoníaco se disuelve principalmente en la mucosa de las vías respiratorias superiores. La tasa de retención pulmonar inicial es del 80% en los seres humanos y de menos del 30% al cabo de 27 minutos. Las señales clínicas observadas son tos, faringitis, laringitis, traqueobronquitis, náuseas, vómitos, astenia, cefalea, hipersalivación y posiblemente bradicardia.

La inhalación de amoníaco en concentraciones elevadas se caracteriza por una dificultad respiratoria grave asociada a broncoespasmos de intensidad variable y al desarrollo de un edema de las mucosas de las vías respiratorias con tos y disnea asmática. A corto plazo, el pronóstico depende de la evolución de las complicaciones respiratorias y de la aparición tardía de una lesión de edema agudo de pulmón tras una fase de atenuación aparente. Posteriormente, la hipersecreción bronquial y la descamación de la mucosa son responsables de la obstrucción del tronco pulmonar y de la atelectasia, agravada por infecciones bacterianas. Las secuelas más frecuentes son estenosis bronquial, bronquiolitis obliterante, bronquiectasias, fibrosis pulmonar, opacidades corneales, cataratas o glaucoma (INRS, 1997; WITHERS, 1986).

En caso de exposición de corta duración, el HNO_3 ²⁸ es corrosivo para los ojos, la piel y las vías respiratorias. La inhalación puede provocar reacciones similares al asma. La exposición puede causar asfixia debido a la inflamación de la garganta. La inhalación de altas concentraciones puede causar neumonitis y edema pulmonar. Los síntomas del edema pulmonar no suelen manifestarse hasta pasadas unas horas y se agravan con el esfuerzo físico.

Puede producirse una contaminación nociva del aire muy rápidamente por evaporación del HNO_3 a 20°C. La inhalación repetida o prolongada puede causar efectos en los dientes, provocando su erosión. La sustancia puede tener efectos sobre las vías respiratorias superiores, como la inflamación crónica, y sobre los pulmones, con una reducción de la función pulmonar. Las nieblas de este ácido inorgánico fuerte son cancerígenas para los seres humanos. Sin embargo, no se dispone de información sobre la carcinogenicidad de otras formas físicas de esta sustancia.

El NH_4NO_3 ²⁹, en caso de exposición de corta duración, irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. La sustancia puede causar efectos en la sangre, provocando la formación de metahemoglobina. Los efectos pueden ser retardados. Se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva

²⁷ Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) - Fiche toxicologique n°16 - Ammoniac et ses solutions aqueuses.2021.

²⁸ https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=0183&p_version=1&p_lang=pt

²⁹ https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=pt&p_card_id=0216&p_version=2

de partículas suspendidas en el aire por dispersión, especialmente si es en forma de polvo, que puede ser inhalado por los trabajadores.

Además de los riesgos mencionados anteriormente, otras actividades de operación también pueden provocar accidentes con trabajadores, como trabajos en altura, electrocución, resbalones y caídas, movimiento de cargas pesadas, etc.

Es importante señalar que el análisis cuantitativo de riesgos (QRA) y el análisis de peligros y operatividad (HAZOP), se realizarán una vez finalizado el diseño técnico. Las recomendaciones del QRA se basan en el sistema de mitigación para reducir la consecuencia/probabilidad y el riesgo global. Las recomendaciones del HAZOP se basarán en la priorización de las acciones correctivas en función de los riesgos.

Medidas de Prevención

El diseño de la Planta se ha realizado teniendo en cuenta mejores tecnologías disponibles en el mercado (BAT), las especificaciones necesarias para evitar que se produzcan accidentes en la fase de operación y todos los controles necesarios para detectar cualquier funcionamiento anormal de manera temprana. Es importante mencionar también la capacitación del equipo de O&M y de la supervisión de empresas contratadas a ser llevada a cabo como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**, además del mecanismo de manejo de reclamos para trabajadores como parte del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**.

Calificación del riesgo

Con las precauciones ya establecidas en la fase de diseño de la Planta y sus equipos, con los sistemas de control y alerta y además de las medidas de capacitación previstas, se considera que este riesgo tiene baja probabilidad de ocurrencia.

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con los trabajadores durante la fase de operación, es decir, si el impacto se materializa, el **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación** establece protocolos a seguir en caso de la ocurrencia de las hipótesis accidentales mencionadas. El impacto será negativo, de la fase de operación, de alcance en el ADA, pero extendiéndose al AII debido a los posibles accidentes de tráfico. Tiene incidencia directa, inducción inmediata con el inicio de la operación y de largo plazo de duración. Es reversible, y tiene magnitud alta e importancia media, pero se ha aumentado a alta porque se trata de un impacto cuyas consecuencias pueden ser catastróficas.

Calificación del impacto (atributos)			
Accidentes con trabajadores durante la operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA/AII
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Alta		

14.03 – Riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores de otras partes interesadas durante la operación (trabajadores del transporte fluvial y terrestre, trabajadores de Terport, otros)

Acciones impactantes	A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

En la operación de la Planta de ATOME, además de los trabajadores directos de la empresa que serán contratados, también hay actividades de otras partes interesadas/proveedores de servicios, como los trabajadores de las empresas de transporte terrestre de fertilizante CAN, la tripulación de las barcas de transporte fluvial de fertilizante (si elige este medio de transporte), y los trabajadores del Puerto Terport.

Según mencionado en el impacto 7.02, se prevén 50 viajes de camiones tractor tipo Scania + semirremolque al día (25 cargados y 25 vacíos) para transporte del fertilizante desde la Planta hasta el Puerto Terport de Villeta.

Con este aumento del flujo de camiones en la Ruta Villeta – Alberdi (y también otras carreteras, incluidas las brasileñas, si se opta por el transporte terrestre del fertilizante al 100%), pueden producirse accidentes con otros vehículos, poniendo en peligro a los conductores de los camiones.

En el transporte fluvial, con el aumento del flujo de barcas por la Hidrovía, aumentará el riesgo de accidentes con los trabajadores implicados, más específicamente con la tripulación de las barcas. Estos posibles accidentes implican colisión entre barcas; colisión con obstáculos fijos, como puentes; explosión de la barca provocada por eventual chispa en el depósito de combustible; entre otros. Esto puede causar lesiones de diversa gravedad a la tripulación, caídas al río con posible ahogamiento, e incluso la muerte.

En cuanto a los trabajadores portuarios, el riesgo se asocia a la posibilidad de accidentes relacionados con actividades como el manejo de grúas y otros equipos utilizados para mover la carga, como carretillas elevadoras, puentes grúa, montacargas, cabrestantes, polipastos, carretillas munck y elevadores; trabajos en altura, entre otros. Estos accidentes pueden causar lesiones a los trabajadores, incluido el riesgo de muerte.

También se menciona el riesgo de accidentes con trabajadores de la ANDE durante las actividades de mantenimiento de la línea de transmisión y la subestación de la Planta.

Medidas de Prevención

La medida específicamente prevista para prevenir este riesgo es la contratación de Empresas calificadas, del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, a través de la cual ATOME se asegurará de que sólo se contraten empresas que cumplan con la legislación paraguaya relacionada con la salud y seguridad y las condiciones de trabajo y también los procedimientos del sistema de gestión ambiental, social y de SST de ATOME. También verificará

si las empresas cuentan con protocolos de respuesta a emergencias propios. Estas condiciones deberán ser adjuntadas a los contratos de servicios con estas empresas, incluyendo medidas de capacitación de los trabajadores, automonitoreo, formación en SST, uso de Equipos de Protección Personal y Colectiva (EPP y EPC), entre otras.

Además de esto, debe garantizarse que estas empresas dispongan de un canal para recibir quejas de sus trabajadores, para que puedan denunciar de forma anónima cualquier situación de inseguridad que presencien en relación con sus actividades. Los trabajadores de las empresas contratadas también deberían ser informados sobre los canales y tener acceso directo al mecanismo de gestión de quejas, reclamaciones e inquietudes de ATOME, como parte de su **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

También se mencionan las medidas del **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación**, ya que esta actividad implica un aumento pequeño de los riesgos de accidentes con las empresas de transporte terrestre y fluvial.

Calificación del riesgo

Garantizando que las empresas disponen de todas las medidas de prevención indicadas y que ATOME verificará que las empresas son calificadas, este riesgo se considera de baja probabilidad de ocurrencia.

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con los trabajadores de otras partes interesadas durante la operación, es decir, si el impacto se materializa, será negativo, difuso, de incidencia directa, inducción inmediata con el inicio de la operación y de largo plazo de duración. Es reversible, tiene magnitud alta e importancia media.

Calificación del impacto (atributos)			
Accidentes con trabajadores de otras partes interesadas durante la operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	Difuso
Etapa de ocurrencia	Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Media		

14.04 – Riesgo para la salud y la seguridad de la comunidad durante la construcción y operación

Acciones impactantes	A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

Como se menciona en el Impacto 7.01, durante la construcción se espera un aumento incremental del tráfico de vehículos pesados por las carreteras de acceso al Proyecto, principalmente la Ruta Nacional PY19 (Ruta Villeta – Alberdi), además del tráfico de autobuses de trabajadores por esta ruta y por el Acceso Sur. También se menciona un tráfico más eventual asociado al transporte de cargas sobredimensionadas. Además del impacto ya discutido, ese aumento de tráfico puede causar el aumento del riesgo de accidentes con vehículos y peatones, especialmente en los tramos donde hay ocupación en los alrededores. Este riesgo se minimizará mediante el uso de una señalización adecuada, entre otras medidas de gestión del tráfico.

En la operación, como se menciona en el impacto 7.02 y en el riesgo 14.03, el transporte terrestre de fertilizante CAN entre la Planta y el Puerto Terport generará 50 viajes diarios de camiones, 25 cargados y 25 vacíos, con una media de 6 viajes por hora considerando una jornada laboral de 8 horas diarias. Esto provocará un pequeño aumento del tráfico de vehículos pesados en este tramo de cerca de 15 a través de la Ruta Nacional PY19, y en consecuencia podría aumentar el riesgo de accidentes de tráfico con peatones y otros vehículos en la fase de operación del Proyecto, siendo mayor al pasar por el área poblada de Surubi'y. En el resto del trayecto sólo hay viviendas aisladas y principalmente industrias y empresas de servicios. Los residentes de Surubi'y, por lo tanto, serán los más susceptibles a este mayor riesgo de accidentes por el tráfico de camiones. En el caso de los ómnibus que transportarán trabajadores durante la etapa de operación, en la que se estiman 8 viajes diarios, hay más tramos donde existe este riesgo, mencionándose también la comunidad de Suruby'i, así como los tramos del Acceso Sur y el tramo de la Ruta Guarambaré - Villeta, donde la ocupación del entorno es mucho mayor que en la Ruta Villeta - Alberdi.

En cuanto al riesgo para la salud de la comunidad asociado a la operación de la Planta, se menciona que las instalaciones estarán completamente valladas y que sólo podrá acceder a ellas el personal autorizado. Por lo tanto, los miembros de la comunidad no se acercarán a las instalaciones de proceso y a las sustancias químicas de la Planta.

Respecto al riesgo para la salud de la comunidad asociado a los posibles efectos de los campos electromagnéticos emitidos por la LT durante la operación, se señala que para el cálculo de la anchura de la servidumbre se tuvieron en cuenta los parámetros para los límites de exposición pública a campos eléctricos y magnéticos establecidos por la ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) para la frecuencia de 50 Hz. Son ellos:

- Para exposición de la población: campo eléctrico 5 kV / m, campo magnético 100 μ T;
- Para exposición ocupacional: campo eléctrico 10 kV / m, campo magnético 500 μ T

Esos mismos valores son los definidos por las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, presentados en la siguiente **Tabla 6.1.4.3.c**:

Tabla 6.1.4.3.c

Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI

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

Teniendo en cuenta estos valores, se puede concluir que los impactos solo pueden ocurrir en casos de exposición a largo plazo, inmediatamente bajo los cables de la LT, es decir, en situaciones de invasión de la franja de servidumbre por viviendas y otras instalaciones que impliquen ocupación permanente o de largo plazo. En cualquier caso, no hay ninguna vivienda cerca de la LT y no se permitirá, ni bajo los cables ni en el resto del área de la franja de servidumbre de 50 m, por lo que se considera que el impacto no ocurrirá si se respeta esta determinación. En cuanto a las actividades no permanentes y de corto plazo, como el trabajo de cultivo o el pastoreo, no se considera que este impacto ocurra incluso dentro de la franja de servidumbre e inmediatamente bajo la LT.

Medidas de Prevención

Como mencionado para los trabajadores (riesgo 14.02), el diseño de la Planta ya se ha realizado teniendo en cuenta las especificaciones necesarias para evitar que se produzcan accidentes en la fase de operación, incluido el vallado completo de las instalaciones, impidiendo el acceso de personal no autorizado, como se ha mencionado anteriormente.

También se aplica la medida de Protección de la franja de servidumbre del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, para evitar invasiones y usos prohibidos, y la medida Supervisión de Empresas Contratadas de este mismo Programa, ya que los accidentes de tránsito involucrarán a trabajadores de una empresa tercerizada, que deberá brindar capacitación a sus trabajadores, exigir conductas de manejo defensivo, cumplir con la ley de tránsito paraguaya y cumplir con las medidas previstas en el **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación** de ATOME, que deben garantizarse mediante su inclusión en el contrato. En el Acceso Sur, al tratarse de una vía urbana, con un entorno densamente poblado, es necesario respetar el límite de velocidad establecido por las autoridades de transporte para las vías públicas y las medidas de conducción defensiva a ser implementadas con los conductores de los autobuses de transporte de trabajadores, para reducir el riesgo de accidentes, y realizar el mantenimiento de los autobuses para reducir las molestias causadas por ruido y emisiones.

También son de suma importancia las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, principalmente las medidas de difusión y comunicación e o mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes para la comunidad.

Calificación del riesgo

Con las precauciones ya establecidas en la fase de diseño de la Planta y sus equipos, con los sistemas de alerta y con las medidas de capacitación previstas, se considera que este riesgo tiene baja probabilidad de ocurrencia.

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con la comunidad durante la fase de operación, es decir, si el impacto se materializa, el **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación** establece protocolos a seguir en caso de la ocurrencia de las hipótesis accidentales mencionadas.

Si se produce, el impacto será negativo, de alcance en el All, directo, de inducción inmediata con el inicio de la operación y de largo plazo de duración. Es reversible, tiene magnitud media e importancia baja.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Accidentes y enfermedades que afectan a la comunidad durante la operación			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	All
Etapa de ocurrencia	Construcción y Operación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Baja		

15 – Riesgos de impactos en el Patrimonio Arqueológico y Cultural

15.01 - Riesgo de daños al patrimonio arqueológico o cultural durante el movimiento de tierras

Acciones impactantes	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.06 Movimiento de tierras
Componente Impactable	C.3.05 - Patrimonio Arqueológico y Cultural

Análisis del impacto potencial

Como se menciona en la **Sección 5.4.9**, las prospecciones arqueológicas del terreno no han dado lugar a la identificación de ningún hallazgo arqueológico, cultural o histórico, pero existe un riesgo potencial de que se produzcan hallazgos fortuitos durante las actividades de supresión de la vegetación / limpieza del terreno y, especialmente, durante los movimientos de tierras para construcción de las estructuras de la Planta, de las fundaciones de las torres de la LT, de la caseta de bombeo de la captación de agua y para instalación de las tuberías de agua y efluentes.

Al tratarse de una zona donde tuvieron lugar batallas de la Gran Guerra, existe el riesgo de encontrar elementos balísticos (fusiles, bayonetas y balas, entre otros), carruajes de abastecimiento de insumos, restos óseos y otros durante la ejecución de estas actividades de construcción.

La ejecución de actividades de supresión de la vegetación / limpieza del terreno y de movimiento de tierras sin el acompañamiento de un experto profesional o el establecimiento de un procedimiento en caso de hallazgos fortuitos puede provocar daños en elementos de este patrimonio, si es que existieren.

Medidas de Prevención

Para prevenir este impacto se propone preparar un Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva, además del acompañamiento arqueológico durante las actividades de movimiento de tierras, ambas partes de un **Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA**.

También se mencionan las medidas de Gestión de las actividades de movimiento de tierras y de Control de las actividades de supresión de vegetación del **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, a ser implementadas por los Contratistas, además de las medidas del **Programa de Gestión Ambiental y Social**, es especial la Supervisión de la Construcción.

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, este riesgo es considerado de baja probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas, se califica como negativo, de alcance en el ADA, directo, de inducción inmediata y de largo plazo de duración. Es irreversible, pero de baja probabilidad de ocurrencia. Tiene magnitud e importancia medias.

Calificación del Riesgo (atributos)			
Riesgo de daños al patrimonio arqueológico o cultural durante el movimiento de tierras			
Naturaleza	Negativo	Localización y espacialización	ADA
Etapas de ocurrencia	Implantación	Incidencia	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	Temporalidad (Duración)	Largo Plazo
Reversibilidad	Irreversible	Probabilidad de ocurrencia	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		

6.1.5

Identificación y Evaluación de Impactos Acumulativos

Consideración inicial

Conforme la Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe (BID Invest, 2023), “los impactos acumulativos se refieren, generalmente, a aquellas modificaciones en el comportamiento del ambiente que son el resultado de múltiples actividades o proyectos a lo largo del tiempo, incluidas las generadas por el proyecto que se está evaluando”.

Según la Norma de Desempeño 1 de la Corporación Financiera Internacional (CFI, 2012), los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales o combinados de una acción, proyecto o actividad actual, o producidos por actividades pasadas y futuras planificadas.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América - EPA (1999) define los impactos acumulativos como aquellos que resultan de la interacción y superposición de efectos

ambientales derivados de una o más acciones humanas a lo largo del tiempo y en un espacio determinado. La Asociación Internacional para la Evaluación del Impacto Ambiental (IAIA, 2015) sugiere que el término está relacionado con los efectos agregados de acciones que producen impactos que se acumulan de forma incremental o sinérgica a lo largo del tiempo y el espacio.

La Comisión Europea (1999) define a los impactos acumulativos como el resultado de cambios incrementales causados por acciones realizadas en el pasado, en el presente y las que pueden predecirse razonablemente para el futuro, y que actúan conjuntamente. Esta definición es claramente compartida por Hegmann et al. (1999), que también asocia los efectos acumulativos a acciones combinadas en el tiempo que provocan cambios en el ambiente.

La normativa del Consejo de Calidad Medioambiental de EE.UU. (CEQ), aplicada por el *National Environmental Policy Act* (NEPA, 1977; 2020), subraya que, a pesar de la posibilidad de estar vinculados a acciones individuales, los impactos acumulativos suelen ser el resultado de acciones colectivas a lo largo de un periodo de tiempo.

En términos prácticos, se reconoce que el proceso de evaluación de impactos acumulativos es más complejo que el que se practica habitualmente en los Estudios de Impacto Ambiental, ya que el horizonte temporal del análisis incluye las acciones pasadas, presentes y razonablemente previstas a ser realizadas en el futuro. Además, la interacción entre las actividades antropogénicas y el universo sujeto a alteración es cada vez mayor en número y complejidad.

En estos términos, y en consonancia con las directrices del Grupo del Banco Mundial (IFC, 2013) y la citada Guía Práctica Invest del BID (2023), la tarea primordial del proceso de análisis del impacto acumulativo es diferenciar entre los cambios que se producen de forma natural en los sistemas socioambientales y los impulsados por la acción combinada de varios proyectos en la zona de intervención.

Entre los principales objetivos del análisis figuran:

- Evaluar los impactos y riesgos potenciales inducidos por otros proyectos dado a lo largo del tiempo sobre un componente de valor que será afectado por el proyecto a partir del cual se parte el análisis;
- Comprobar si los impactos acumulativos identificados tienen el potencial de desestabilizar la identidad de los sistemas socioambientales y, en particular, los límites de resiliencia de determinados componentes de análisis;
- Confirmar si la viabilidad de un proyecto no está comprometida o limitada por los impactos agregados que otros emprendimientos puedan generar en el lugar donde va a ser implementado;
- Garantizar que las comunidades y grupos afectados tengan debidamente identificadas sus preocupaciones;
- Proponer medidas para optimizar los efectos incrementales positivos y mitigar los negativos.

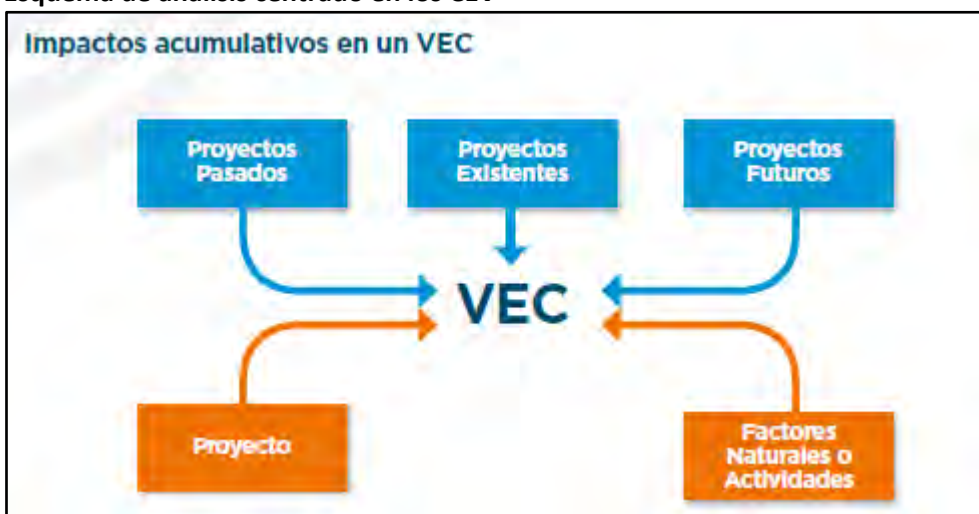
Para alcanzar estos objetivos, la evaluación que se llevará a cabo en este estudio se centrará en los VECs (*Valued Environmental Component*, o Componentes Valiosos del Ecosistema). Este término, introducido por primera vez por Beanlands y Duinker (1983), se refiere a los atributos

de los sistemas ambientales y sociales considerados por la comunidad o por el grupo que efectúa el análisis, como importantes o sensibles a los efectos incrementales de uno o varios proyectos.

El Grupo del Banco Mundial (2013) define los VEC como los receptores finales, sensibles y valiosos (desde el punto de vista ecosistémico y social) de los impactos agregados, cuya condición futura deseada determina los objetivos del análisis de impactos acumulativos. La **Figura 6.1.5.a** muestra un ejemplo esquemático de análisis de impacto acumulativo centrado en los VEC.

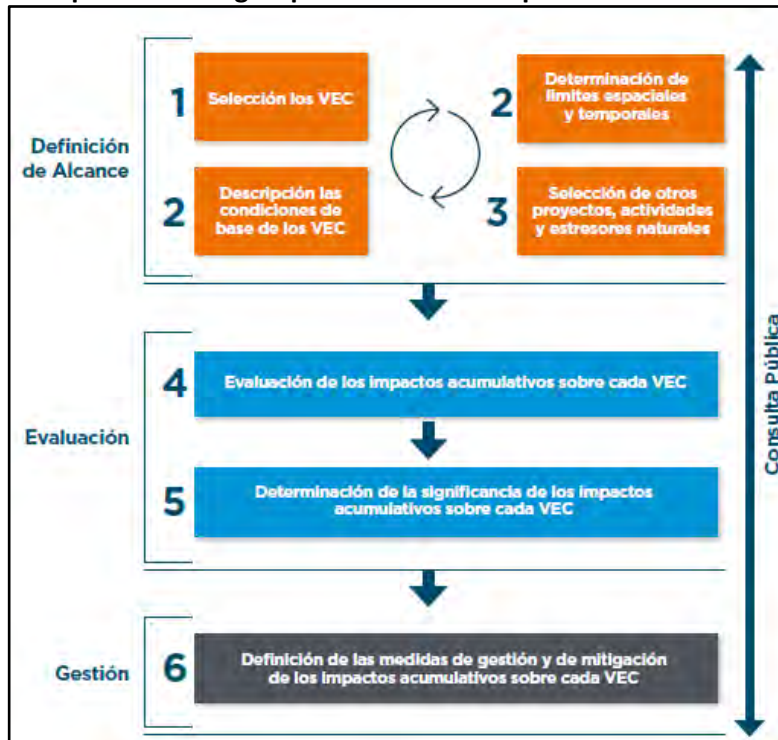
En el contexto de esta definición, el enfoque metodológico que se utilizará en este estudio es el propuesto por BID Invest (2023), que incluye las siguientes etapas metodológicas (a) selección de los VEC; (b) definición de las escalas temporales y espaciales; (c) descripción de las condiciones de base de los VEC; (d) identificación de otros proyectos co-localizados y variables naturales y sociales que afectan a los VEC; (e) identificación y evaluación de los impactos acumulativos; (f) evaluación del grado de significación de los impactos acumulativos y (g) definición de las medidas de gestión y mitigación de los impactos acumulativos en cada VEC (**Figura 6.1.5.b**). Cabe destacar que el proceso de consulta pública se extiende a lo largo de toda la perspectiva metodológica, con el fin de garantizar la participación directa de las partes interesadas..

Figura 6.1.5.a
Esquema de análisis centrado en los CEV



Fuente: Adaptado de BID Invest (2023).

Figura 6.1.5.b
Enfoque metodológico para evaluar los impactos acumulativos según BID Invest (2023)



Fuente: BID Invest (2023).

El análisis específico de impactos (Paso f), sin embargo, se llevará a cabo utilizando enfoques metodológicos establecidos para la evaluación de impactos, incluyendo los propuestos en los estudios de Morgan (2002), Porter & Fittipaldi (1998), Canter (1996), Wood (1995), Morris & Therivel (1995), Turnbull (1992), Banco Mundial (1991), Sánchez (2002) y Leopold *et al.* (1971), así como los disponibles en las guías de evaluación de las principales agencias ambientales del mundo (SNH, 2013; EPA, 1999; CEAA, 2012), entre otros.

Destaca el método matricial propuesto por Páez Zamora (2013), que difiere de la propuesta presentada por Leopold *et al.* (1971) precisamente por centrarse en los VEC y en función del espacio geográfico/temporal delimitado, así como de los proyectos identificados.

Estos procedimientos se describen detalladamente en las secciones siguientes, y los resultados se presentan conjuntamente.

- **Definición de Alcance**

(a) Selección de los VECs

Análisis de la información existente en la línea de base ambiental

Los análisis realizados en la línea base del EIAS permitieron dilucidar las características principales de los componentes ambientales y sociales susceptibles de recibir efectos adversos, tales como:

- Características principales del área de inserción del proyecto, incluidas las relacionadas con los aspectos fisiográficos y las características hídricas, así como sus procesos dinámicos;
- Aspectos principales de la cubierta vegetal circundante;
- Principales especies de fauna terrestre;
- Existencia de hábitats protegidos o de importancia;
- Existencia de especies en peligro de extinción;
- Características principales relacionadas con la ocupación humana y las condiciones de vida de la población.

Además, se recopiló información sobre los principales impactos ambientales y sociales identificados y evaluados en el EIAS, así como información relacionada con los Planes y Programas Ambientales y Sociales propuestos para la prevención, control, mitigación y compensación de dichos impactos.

Esta información, en conjunto, da forma a las tendencias de evolución de los componentes ambientales posiblemente afectados por el Proyecto en relación con los efectos adversos acumulativos. Del mismo modo, muestra las posibilidades de controlar tales efectos, ya sea por la eficiencia de los Planes y Programas Ambientales y Sociales propuestos o, incluso, por los aspectos de resiliencia de los sistemas naturales.

Consulta a las partes interesadas

La recopilación de información de línea base social se basó en entrevistas con las partes interesadas del Proyecto, cuyos resultados contribuyeron a la selección de los VECs. Estas entrevistas fueron realizadas con las siguientes personas: i) representantes del Ayuntamiento de Villeta (representantes de la Secretaria General de la Municipalidad y de la Dirección de Obras de la Municipalidad); ii) residentes de la comunidad de Guasu Kora; iii) residentes de la comunidad Ypeka'e, que trabajaron en la Fábrica de fertilizantes FERTIMAX; iv) el Vicepresidente de la Asociación de Pescadores de Ypeka'e; v) representantes de la asociación Puerto Lobato (comunidad aguas abajo del Proyecto en el río Paraguay, donde se pesca); vi) un residente y trabajador de la finca colindante al terreno de la Planta; y vii) el propietario de esta finca, que usa la casa en los fines de semana.

Durante las entrevistas, además de las preguntas para obtención de datos para la línea base social, a los entrevistados se les preguntó si conocían el proyecto. También se les compartió información sobre el proyecto, así como datos sobre posibles impactos (incluyendo los de carácter acumulativo) y de medidas de control a ser implementadas. Esto permitió identificar el nivel de conocimiento de los entrevistados sobre el proyecto y averiguar cuáles eran sus principales preocupaciones, es decir, qué valores eran los más importantes para ellos. Por ejemplo, a los entrevistados de Puerto Lobato se les preguntó si pescaban para subsistir o para comerciar, si eran pescadores artesanales o si practicaban la pesca deportiva, con el fin de evaluar la importancia que tenía para ellos la conservación de la calidad del agua y de la fauna acuática; y al vecino se le preguntó si le molestaba el ruido de la subestación y cuál es la fuente de suministro de agua para la residencia, para saber la importancia que un posible aumento del nivel de ruido y de deterioro de la calidad de las aguas subterráneas tendría para su calidad de vida.

Además de la consulta directa a las partes interesadas mencionadas, se buscó artículos de prensa y otras referencias publicadas en los medios de comunicación sobre el desarrollo de futuros proyectos (ver Paso d).

VECs seleccionados

Considerando los proyectos que pueden tener simultaneidad con el Proyecto (ver Paso d) en las escalas espacial y temporal (ver Paso b), se definieron los siguientes Componentes Ambientales y Sociales Valorados (VEC - *Valued Ecosystem Component*), es decir, los componentes ambientales y sociales susceptibles de recibir efectos adversos del Proyecto y de proyectos pasados, presentes y futuros:

- Recursos Hídricos Superficiales
- Calidad del Aire
- Vegetación y Hábitat
- Empleo y Economía Local
- Infraestructura (de tráfico)
- Calidad de Vida de la Población

(b) Identificación de escalas espaciales y temporales

La identificación de escalas espaciales y temporales constituye una etapa clave de la presente evaluación, ya que establece el alcance del análisis. La premisa básica considerada fue que la delimitación espacial de los efectos acumulativos se expande hasta un punto donde los componentes ambientales considerados ya no se ven afectados por las acciones que los ocasionan, o cuando los niveles de intensidad de los impactos se consideran irrelevantes o no materiales.

Para fines de análisis, se consideró como un área de cobertura espacial el área de influencia indirecta (AII), de acuerdo con lo definido en el ESIA. No obstante, se sabe que los efectos acumulativos más intensos se producirán en las proximidades o en la zona directamente utilizada por el proyecto.

Para esta delimitación, también se consideraron los siguientes aspectos:

- Tamaño y naturaleza de la zona que utilizará el proyecto;
- Tamaño y naturaleza de la zona de los proyectos vecinos;
- Disponibilidad y nivel de confianza de la información utilizada;
- Límites naturales pertinentes, en particular los definidos por el orden de magnitud de las subcuencas;
- Límites de gobernanza administrativa e institucional.

A pesar de la posibilidad y la viabilidad de utilizar diferentes secciones geográficas para cada VECs, esta evaluación priorizó la homogeneización de los datos para incluir un análisis integrado de los impactos. Sin embargo, en la delimitación se garantizó que en la poligonal de análisis estén englobadas todas las áreas de manifestación de los diferentes VECs e impactos.

El análisis excluyó las actividades pasadas y futuras que están fuera de los límites geográficos definidos, ya que se considera que no afectan o afectarán el orden de importancia de los impactos; así como aquellas cuya información disponible no permitió estimar los efectos sobre los VEC seleccionados.

Con respecto a la escala de tiempo, se adoptó un enfoque de cinco años al futuro, periodo que es compatible con la posibilidad de éxito de los programas de monitoreo y control de impacto previstos para la fase de operación del proyecto. Lo mismo se aplica al límite de tiempo pasado, una vez que impactos generados a más de cinco años, ya se encuentran asimilados en las características de la dinámica del ambiente. Además, cumple señalar que los efectos de los proyectos pasados (en abandono o en operación) ya estén considerados en la determinación del estado “actual” de los VECs.

(c) descripción de las condiciones (línea base) de los VECs

El diagnóstico y las características de los VECs seleccionados fueron desarrollados en la etapa de línea de base desarrollada para este EsIA. La información recopilada y presentada en los apartados anteriores es suficiente para apoyar el análisis de los posibles impactos acumulativos, por lo que no fue necesario, en el caso bajo estudio, aplicar esfuerzos adicionales para complementar la caracterización de los VECs seleccionados.

(d) identificación de otros proyectos vecinos y de las variables naturales y sociales que afecten a los VECs

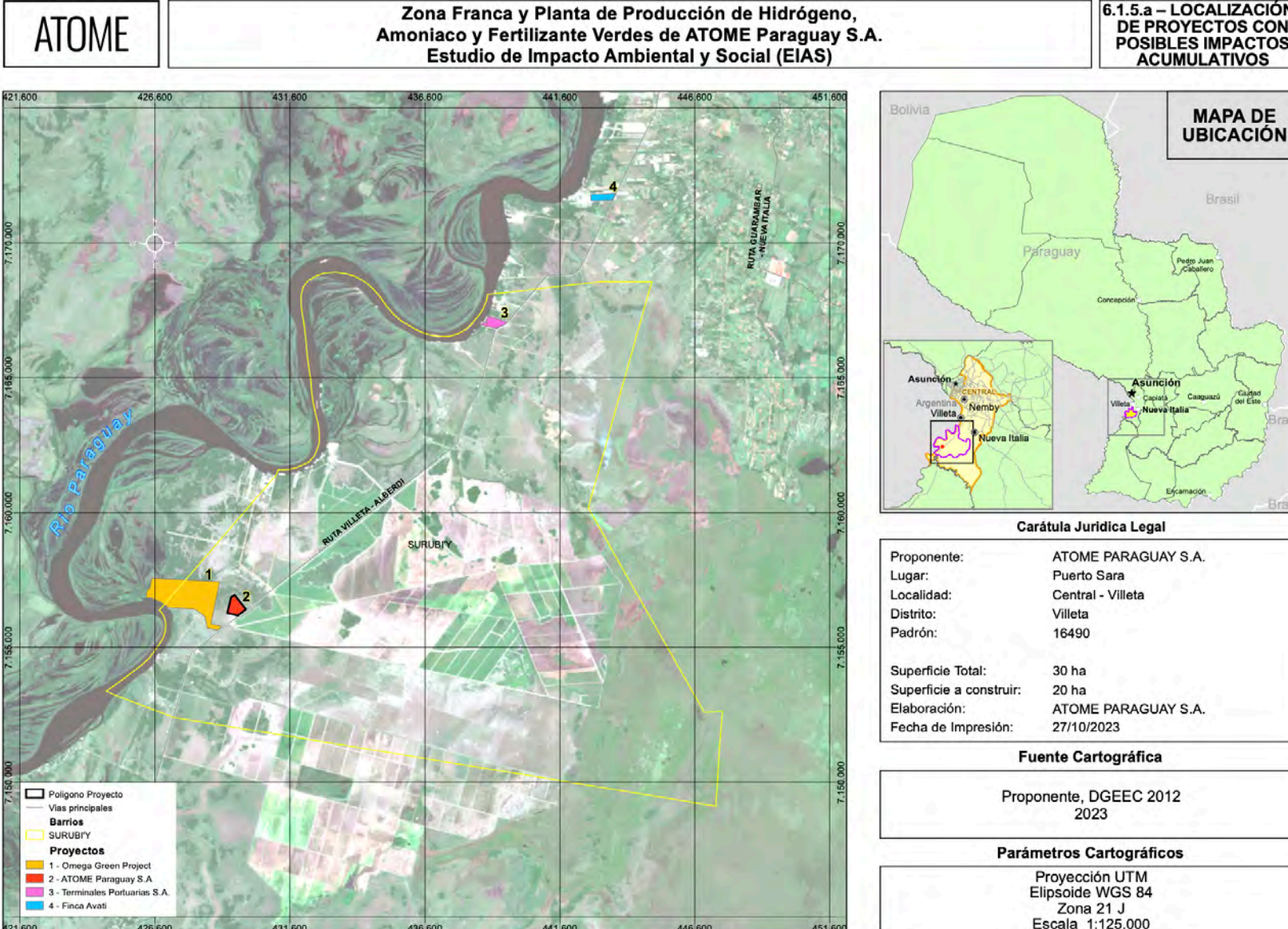
En esta etapa se identificaron las principales acciones del Proyecto con el potencial de causar impactos no deseados. En relación con otros proyectos ya implementados, se considera que sus efectos ya están asimilados en el contexto de la organización ambiental actual, reflejada en el capítulo de diagnóstico del ESIA.

En cuanto a los efectos derivados de los proyectos previstos para el futuro, se llevó a cabo una consulta con los principales organismos de planificación local y regional, así como una consulta pública en la prensa, tal como recomienda BID Invest (2023).

Con base al ejercicio realizado, se identificaron los siguientes proyectos o programas de desarrollo de conocimiento público, que se muestran en el **Mapa 6.1.5.a – Localización de Proyectos con Posibles Impactos Acumulativos** junto con el proyecto Atome:

- El **Proyecto Omega Green (de la empresa BSBIOS)**, una planta de biocombustible que se montará en la ciudad de Villeta con una inversión estimada de US\$ 1,000 millones. Este proyecto es la mayor inversión privada en la historia de Paraguay y producirá combustibles renovables que emiten menos gases de efecto invernadero.
- **Proyecto Piloto de Agricultura Climáticamente Inteligente (ONG Fundación Capital fomentado por el BID)**, enfocado a pequeños productores, ubicado en la finca experimental Avatí de Villeta. El piloto busca identificar tanto los desafíos como las oportunidades para generar un modelo de producción más amigable con el medio ambiente, adaptado a las necesidades de la población.

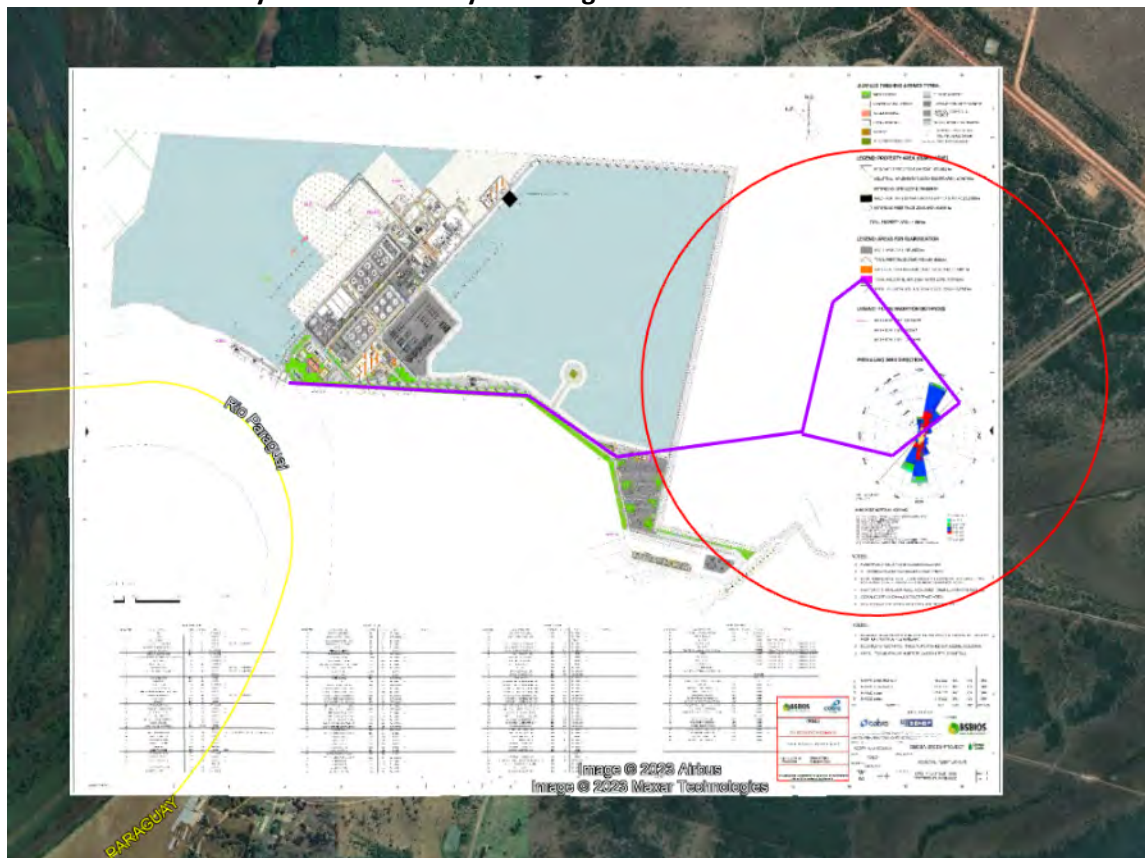
Mapa 6.1.5.a – Localización de Proyectos con Posibles Impactos Acumulativos



- **Puerto de Villeta (de la empresa privada Puerto Caacupe-mí)**, que está en proceso de expansión de sus operaciones, y que planea construir Caacupe-mí/Villeta, una terminal que operará con los mismos estándares que Caacupemí/Asunción y Pilar en cuanto a grúas, maquinaria, equipo y el sistema de información TOS Navis N4. Además de las operaciones portuarias, Caacupe-mí/Villeta también tendrá un parque logístico dentro de la terminal, muy similar al que actualmente está en pleno funcionamiento en Caacupe-mí/Asunción, en la primera fase, se agregará un almacén totalmente equipado y de última generación. Con Caacupe-mí/Villeta, Puerto Caacupemí será el único conglomerado portuario que estará geográficamente ubicado en las tres zonas operativas portuarias premium dentro de Paraguay, que son Asunción, Villeta y Pilar, ofreciendo a sus clientes el nivel de servicio de calidad Caacupe-mí y con la opción de ubicación basada en su preferencia o conveniencia geográfica. El puerto de Villeta es la tercera terminal más importante del país en términos de facturación y, según cifras de Aduanas, dentro de los cuatro puertos con mayor recaudación a nivel nacional (8.8% del total a diciembre de 2018).

De estos proyectos, el más cercano al Proyecto de Atome es la planta de biocombustible **Omega Green**, que aún está en fase de estudios. La **Figura 6.1.5.c** muestra el layout de la Planta de Omega Green junto con el terreno en el que se construirá la planta de Atome.

Figura 6.1.5.c
Ubicación de los Proyectos de Atome y de Omega Green



Leyenda:

	Terreno de Atome y trazo de las tuberías de agua y efluentes del proyecto
	AID del Proyecto de Atome

Puede observarse que el AID del proyecto de Atome, en rojo, incluso se superpone a una pequeña parte del terreno de Omega Green, y que las tuberías de agua y efluentes de Atome pasan por los límites de esta propiedad, como ya se ha mencionado en la **Sección 3.1.3**.

- **Evaluación**

(e) identificación y evaluación de los impactos acumulativos

Considerando la lista de impactos identificados durante los estudios ambientales y los proyectos que pueden tener simultaneidad con el Proyecto de ATOME en las escalas espacial y temporal, se seleccionaron aquellos que tienen un carácter acumulativo y que podrán afectar los VECs enumerados en el paso 1.

La identificación de los impactos acumulativos se llevó a cabo en vista de los efectos de interacción entre los impactos y sus implicaciones en la calidad de los ambientes.

En la **Tabla 6.1.5.a** a continuación se indican los siguientes impactos ambientales y sociales seleccionados por presentar efecto acumulativo:

Tabla 6.1.5.a
Impactos del Proyecto que presentan efecto acumulativo

VEC	Impactos
Recursos Hídricos Superficiales	Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados
Calidad del Aire	Impacto en la calidad del aire durante la operación
	Reducción de las emisiones de GEI y de la huella de carbono en el mercado de fertilizantes a base de amoníaco (NH ₃)
Vegetación y Hábitat	Pérdida de cobertura vegetal y afectación de individuos de flora
	Pérdida de hábitats de la fauna terrestre
Empleo y Economía Local	Generación de empleos directos e indirectos en la fase de operación
Infraestructura (de tráfico)	Apropiación de la capacidad de la Ruta Nacional PY19 en la fase de operación
	Apropiación de la capacidad de la Hidrovía Paraguay – Paraná
Calidad de Vida de la Población	Molestias por ruido en la fase de operación
	Molestias por olores en la fase de operación

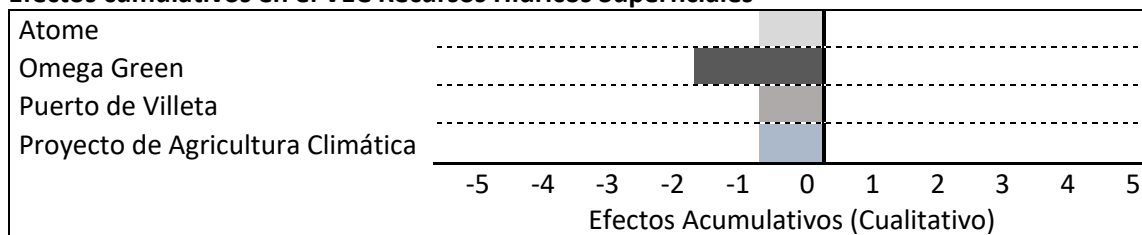
En cuanto a la metodología de evaluación de impactos acumulativos, se buscó adaptar el análisis de la capacidad de asimilación, propuesto en la Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y el Caribe (BID Invest, 2023). Dada la no disponibilidad de datos cuantitativos sobre los proyectos vecinos, así como de algunos parámetros legales aplicables que podrían servir como factor de seguridad sobre la capacidad de carga de algunos VECs, se adoptó un procedimiento de evaluación cualitativa. Para ello, y con el fin de proporcionar un contexto para los efectos incrementales y acumulativos, se aplicó una escala de ponderación comparativa, teniendo en cuenta la naturaleza y el tamaño de los proyectos. La escala utilizada va de -5 a 5, asociándose los números inferiores a cero a efectos negativos. Se adoptó como condición actual el hito cero, que refleja la interferencia de los proyectos ya ejecutados.

Impactos acumulativos en el VEC Recursos Hídricos Superficiales

Con relación a la captación de agua, la extracción conjunta de volúmenes de agua y el vertido de efluentes tiene carácter acumulativo, cuyos principales efectos estarán asociados a la disminución de los caudales estacionales y a la contaminación del curso de agua. Aun así, debido al tamaño y magnitud del río Paraguay (caudal promedio de 3,500 m³/s), los volúmenes de agua cruda que será extraído (0.0674 m³/s) y de efluente tratado que será vertido (0.0215 a 0.0234 m³/s) por el Proyecto ATOME tienen un bajo grado de significancia, como se indica en el análisis del impacto 2.01 (**Sección 6.1.3.1**). Debido a su tamaño, es el Proyecto de Omega Green el que más presenta efectos incrementales, como se puede ver en la **Figura 6.1.5.d**, aunque el RIMA del Proyecto no registra los totales que serán captados. En el caso del Puerto de Villeta, la naturaleza de la actividad no es considerada gran consumidora de agua (se restringe a tratamiento de efluentes y actividades de limpieza). Ya que el Proyecto de Agricultura Climática propone a el uso sostenible del recurso, el impacto incremental se estima será de baja magnitud.

Figura 6.1.5.d

Efectos acumulativos en el VEC Recursos Hídricos Superficiales



Impactos acumulativos en el VEC Calidad del Aire

La planta de ATOME provocará emisiones atmosféricas, ruidos y posibles olores. Por un lado, estas emisiones pueden alterar la calidad del aire y, por otro, ocasionar molestias a los residentes de la finca vecina. El Proyecto de Omega Green sólo se daría en la contribución al empeoramiento de la calidad del aire, ya que la planta de biodiésel no tiene potencial de contribuir a las molestias para los vecinos de la Planta de ATOME.

Según los datos facilitados por Omega Green (véase la **Sección 5.2.8**), en la zona de estudio ya se han registrado niveles de concentración superiores a los permitidos por la ley para los parámetros de partículas en suspensión. En el AID del Proyecto ATOME los niveles ambientales de los contaminantes atmosféricos monitoreados y legislados estuvieron siempre por debajo de los estándares de calidad del aire establecidos por la Resolución SEAM N° 259/2015 y la OMS 2021 - Directrices Mundiales de Calidad del Aire, de acuerdo con medición realizada (**Sección 5.2.8.2**).

Otro aspecto importante a destacar son las emisiones de gases derivadas de los combustibles fósiles utilizados por los vehículos que se utilizarán durante la operación de los proyectos. Para la Planta de Atome se estiman 50 viajes diarios de camiones para transporte de fertilizante y otros 8 viajes de autobuses de transporte de trabajadores. Además de éstos, se estima 1 viaje de camión cada 4 días para traer dolomita y 1 viaje de camión y 1 viaje de furgoneta al día para traer repuestos, consumibles y otros.

De acuerdo con la información del RIMA, la planta de Omega Green tendrá una capacidad de procesamiento de 6,250 toneladas de granos por día, generando 1,200 toneladas métricas de aceite desgomado que sumados a otras 1,200 toneladas métricas de aceites adquiridos en los mercados locales e internacionales, permitirán la producción de 2,700,000 litros de combustibles renovables por día. Considerando camiones con capacidad de 25 toneladas, se estiman unos 298 viajes diarios de camiones para traer materia prima a la Planta. Además de éstos, se han calculado otros 108 viajes de camiones de la misma capacidad para transportar el biodiesel producido. Obviamente, estos cálculos se han realizado para el peor escenario posible, que es un tráfico de materia prima y producto final 100% terrestre, ya que se desconoce la capacidad de la terminal fluvial prevista para esta Planta. La hipótesis también consideró el límite de capacidad de producción. Para este escenario, el número total de viajes diarios sería de 406. Este tráfico, asociado al tráfico de autobuses para transporte de trabajadores, constituirá un aumento de las fuentes móviles en la zona de estudio.

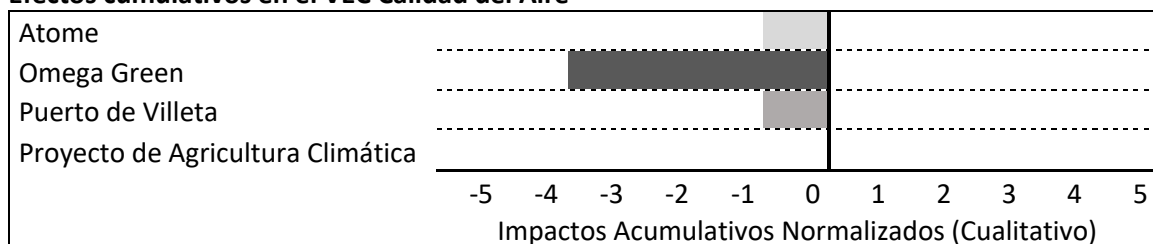
Por último, la naturaleza de las actividades que se llevarán a cabo en las plantas de Atome y de Omega Green contribuirán en mayor o menor medida a la reducción de las emisiones de GEI, contribuyendo para atenuar los efectos del cambio climático.

No se esperan emisiones importantes en el caso del Puerto de Villeta, ni tampoco asociadas al Proyecto de Agricultura Climática, que contribuyen poco o nada a los efectos incrementales acumulativos en la zona de estudio.

La **Figura 6.1.5.e** muestra la aplicación de la escala de ponderación para comparar los potenciales efectos acumulativos de los proyectos analizados sobre el VEC Calidad del Aire.

Figura 6.1.5.e

Efectos acumulativos en el VEC Calidad del Aire



Impactos acumulativos en el VEC Vegetación y Hábitat

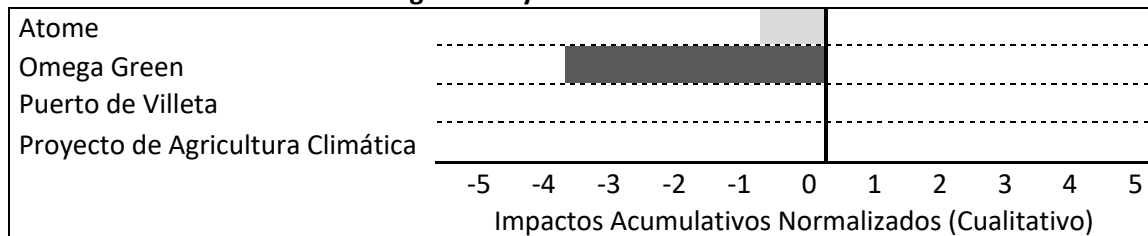
Los impactos sobre la cubierta vegetal y los hábitats de la zona de estudio se derivan de la necesidad de suprimirlos para llevar a cabo los proyectos. Se trata de impactos permanentes, negativos y difícilmente reversibles, aunque existe la posibilidad de realizar plantaciones compensatorias y recuperar zonas ya degradadas. Como se ha indicado en las secciones anteriores, estos impactos se producirán durante la fase de construcción y sus efectos serán de largo plazo.

El carácter acumulativo de estos impactos se deriva, por tanto, del aumento de las áreas a desbrozar en una matriz paisajística que ya presenta características de fragmentación derivadas de actividades anteriores. A diferencia de otros efectos ya tratados a lo largo de esta evaluación, no es fortuito admitir que la probabilidad de que se produzcan efectos en este VEC es cierta.

En el caso de la Planta de Atome, la necesidad de intervención en la cubierta vegetal se estima en unas 30 hectáreas entre sabanas y bosques para construcción de la Planta, 0.07 ha de sabanas para la LT y 0.69 ha entre sabanas y bosques para las tuberías de agua y efluentes. En el caso del proyecto Omega Green, la necesidad de intervención es de mayor magnitud y podría alcanzar unas 266 hectáreas, que incluyen las áreas donde se ubicarán la zona industrial del proyecto, las futuras instalaciones industriales, las áreas de apoyo y las estructuras de la zona franca. En términos cuantitativos, tanto el Puerto de Villeta como el Proyecto de Agricultura Climática tienen un bajo potencial de contribuir con efectos incrementales en términos de conversión de hábitats.

La **Figura 6.1.5.f** muestra el análisis comparativo incremental de los efectos sobre el VEC Vegetación y Hábitat.

Figura 6.1.5.f
Efectos acumulativos en el VEC Vegetación y Hábitat



Impactos acumulativos en el VEC Empleo y Economía Local

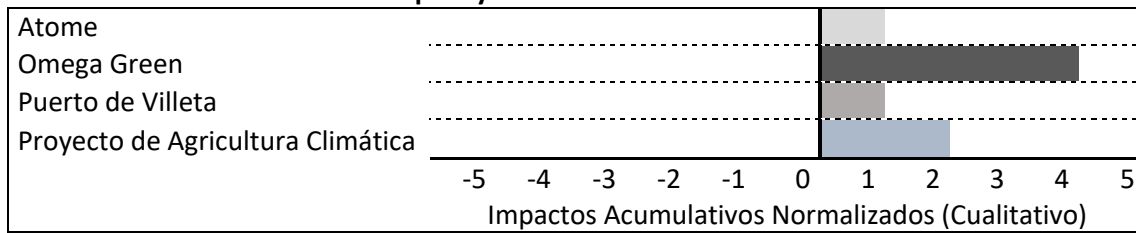
Con relación a la dinámica económica de la región, es importante destacar que la generación de empleos durante la operación de los proyectos contribuirá para el aumento de la masa salarial de la región de inserción, con el consecuente aumento de la circulación de bienes y mercancías.

Se espera que el Proyecto de ATOME genere 225 puestos de trabajo directos, de los cuales 195 serán fijos y 30 temporales. Además, habrá trabajadores involucrados en el transporte terrestre y fluvial del fertilizante CAN y otros 874 puestos de trabajo indirectos que también serán generados.

En el caso de la planta de producción de Omega Green, se estiman 400 puestos de trabajo directos durante su funcionamiento. Sumados, el efecto incremental de la apertura de unos 600 puestos de trabajo directo es realmente significativo. A este respecto, es importante señalar que, según los datos presentados en la **Sección 5.4.1.5.1**, Villeta tiene aproximadamente 8.500 personas empleadas realmente y una tasa de desempleo de alrededor del 6%. En términos poblacionales, la cantidad de puestos de trabajo a generar asciende a casi el 7% de la población ocupada total del municipio, y no se descarta la necesidad de importar mano de obra, sobre todo para los puestos de mayor cualificación.

A pesar de la indisponibilidad de datos sobre las vacantes de empleo que serán inducidas o generadas por el Puerto de Villeta y por el Proyecto de Agricultura Climática, se supone que sus efectos se sumarán a los aquí presentados, resultando en la dinamización efectiva de la economía municipal. Considerando el tamaño de los proyectos evaluados, la **Figura 6.1.5.g** muestra la evaluación incremental acumulativa de estos sobre la VEC Empleo y Economía Local.

Figura 6.1.5.g
Efectos acumulativos en el VEC Empleo y Economía Local



Impactos acumulativos en el VEC Infraestructura (de tráfico)

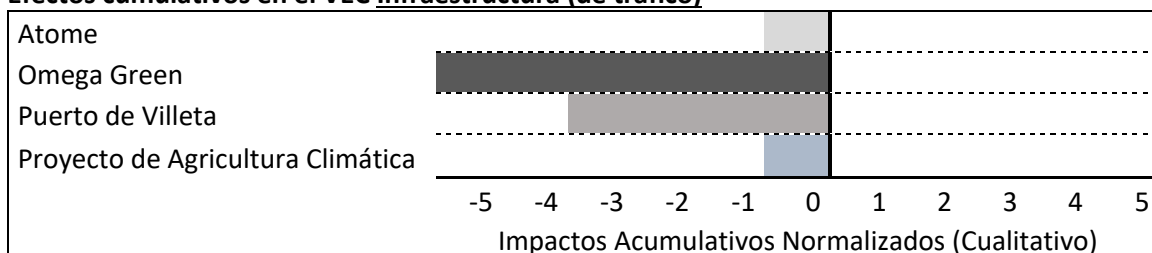
Los principales impactos acumulativos considerando la implementación del Proyecto de ATOME y la planta de biodiesel de Omega Green en la misma área de influencia son la intensificación del tráfico de camiones sobre la Ruta Nacional PY19 (Ruta Villeta – Alberdi).

En el caso de la infraestructura vial, como se mencionó en la **Sección 6.1.3.3** (impacto 7.02) existe una proyección de 50 viajes de camiones por día (entre vacíos y cargados) en el caso del Proyecto de Atome, y alrededor de 400 viajes por día en el Proyecto Omega Green considerando la llegada de materia prima y la salida de biodiesel, en el peor de los escenarios (solo por ruta terrestre). Estas cantidades se sumarán a los volúmenes de tráfico actuales, lo que indica su carácter acumulativo. Cabe señalar, sin embargo, que incluso con estas proyecciones, la carretera se mantendrá con buenos niveles de servicio, ya que actualmente está muy por debajo de su capacidad.

Del mismo modo, el análisis realizado para el caso del sistema vial se aplica al impacto en la Hidrovía Paraná-Paraguay, en el caso de Omega Green utilizar las mismas rutas y tramos del Proyecto de Atome.

El análisis de los efectos incrementales comparativos para el VEC Infraestructura (tráfico) se muestra en la **Figura 6.1.5.h**.

Figura 6.1.5.h
Efectos acumulativos en el VEC Infraestructura (de tráfico)



Impactos acumulativos en el VEC Calidad de Vida de la Población

En el caso de VEC Calidad de Vida de la Población, los impactos acumulativos estarían relacionados con las emisiones de ruidos y olores resultantes del funcionamiento de los Proyectos. En el caso de la Planta de ATOME, la modelización realizada indica un ligero aumento de los niveles de ruido durante la noche, que podría superar, en pequeñas cantidades, los límites establecidos por la Ley 1100/1997.

El mismo razonamiento se aplica a las emisiones de olores, que dependiendo de la proximidad y de la dirección del viento, puede causar molestias a los vecinos. A este respecto, cabe mencionar que instalaciones de la Planta como la ETAR y el área de almacenamiento de NH₃ estarán a cerca de 200 m de la casa vecina y que los vientos del noroeste durante el verano pueden contribuir a las molestias de los vecinos causadas por emisión de olores.

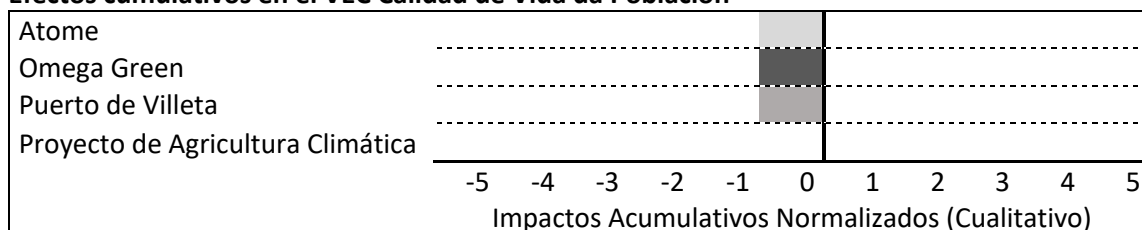
De acuerdo con los datos disponibles para la planta Omega Green, los impactos asociados a las emisiones de olor estarían únicamente asociados a la eliminación inadecuada de residuos sólidos.

En cualquier caso, y debido a que se trata de un efecto permanente e incremental, no se descarta la posibilidad de un impacto sobre el VEC derivado de estas emisiones. Los efectos conjuntos, sin embargo, serán de baja intensidad, ya que la zona de estudio tiene una baja densidad de ocupación, quedando como receptor crítico una única propiedad vecina.

En el caso del Puerto de Villeta, situado un poco más alejado de las plantas mencionadas, el impacto tendrá un carácter poco incremental y no debería alcanzar a los mismos receptores críticos. Los impactos adicionales derivados de las actividades del proyecto de Agricultura Climática quedan descartados en el contexto de este análisis, en particular debido a la naturaleza de las acciones a realizar, que tienen un bajo potencial para generar este tipo de impactos.

La **Figura 6.1.5.i** muestra el análisis de los efectos incrementales comparativos aplicados al VEC Calidad de Vida da Población.

Figura 6.1.5.i
Efectos cumulativos en el VEC Calidad de Vida da Población



En resumen, el Proyecto en estudio tiene el potencial de causar algunos impactos acumulativos y sinérgicos, ya que estos son inherentes a sus actividades de implementación y principalmente operación. Aunque se trata de impactos acumulativos, son de baja importancia, baja intensidad y pueden mitigarse y controlarse.

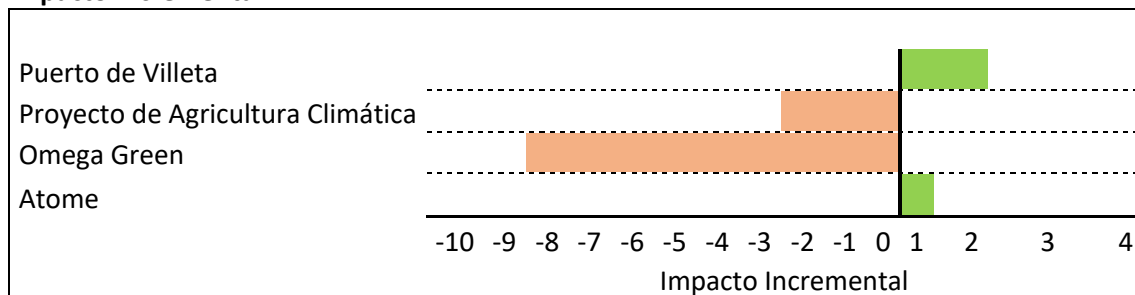
Resumen de la Evaluación del Impacto Acumulativo

El **Cuadro 6.1.5.a** resume los efectos acumulativos sobre los VEC evaluados y la **Figura 6.1.5.j** muestra el potencial de inducción de cada proyecto.

Cuadro 6.1.5.a
Resumen de la Evaluación de impactos acumulativos

VECs	Proyectos				Efecto total sobre el VEC
	Atome	Omega Green	Agricultura Climáticamente Inteligente	Puerto de Villeta	
Recursos Hídricos Superficiales	0	-1	0	0	-1
Calidad del Aire	0	-3	0	0	-3
Vegetación y Hábitat	0	-3	0	0	-3
Empleo y Economía Local	1	4	1	2	8
Infraestructura (de tráfico)	0	-5	-3	0	-8
Calidad de Vida de la Población	0	0	0	0	0
Efecto total por proyecto	1	-8	-2	2	-7

Figura 6.1.5.j
Impacto Incremental



Los VEC más susceptibles de recibir impactos acumulativos de mayor intensidad son Empleo y Economía Local (8) e Infraestructuras (tráfico) (-8). Los impactos positivos están asociados a la posibilidad de generación de empleo y aumento de la masa salarial, lo que tendrá implicaciones directas en la dinámica de la economía local. En cuanto a los impactos negativos, destacan los posibles efectos sobre la sobrecarga de las infraestructuras viarias que tendrán que recibir el tráfico de vehículos pesados generado por la explotación de los proyectos. La generación de unos 300 desplazamientos diarios, estimados para el proyecto Omega Green, que sumados al tráfico actual y a las demandas de los otros proyectos podrían tener un impacto negativo en los niveles de servicio de las carreteras.

No menos importantes son los potenciales impactos negativos en los VEC Vegetación y Hábitat y Calidad del Aire, que tuvieron vectores finales totales de (-3). Efectos acumulativos negativos también tienen potencial de ocurrir en el VEC Recursos Hídricos Superficiales, pero con menor intensidad, debido a la relación entre los caudales totales utilizados por los proyectos y las descargas medias mensuales en el Río Paraguay, que superan los 3.000 m³/s. En cuanto al VEC Calidad de Vida de la Población, el análisis indicó que la intensidad resultante fue baja, o

prácticamente nula, dado que el área donde se ubican los proyectos (particularmente ATOME y Omega Green) tiene una baja densidad poblacional.

En cuanto al potencial individual de inducir impactos acumulativos, está claro que el proyecto de Omega Green es el que tiene el mayor vector resultante, lo que sugiere, en principio, que tiene un protagonismo similar en términos de responsabilidad de mitigación. En segundo lugar, se sitúa el Proyecto de Agricultura Climáticamente Inteligente, por su uso de recursos y demanda de circulación. El Puerto de Villeta y el Proyecto ATOME tuvieron vectores finales positivos, principalmente relacionados con los impactos ya mencionados sobre el Empleo VEC y la Economía Local.

(f) evaluación del grado de importancia de los impactos acumulativos

En esta etapa, se consolida la evaluación de la importancia de los impactos acumulativos identificados. En la literatura consultada, hay varios criterios utilizados para evaluar la importancia de los impactos, que ya se mencionaron al comienzo del **Capítulo 6.0**.

Además de estos atributos, y en el contexto de la evaluación que aquí se presenta, se entiende que "la importancia de un impacto acumulativo está representada por una medida del alcance del cambio de estado de un VEC específico y su tolerancia a dicho cambio, es decir, si esta variación es reversible o se supera una condición de umbral (capacidad asimilativa)" (Bid Invest, 2023).

También se consideró el contexto ecológico, un criterio que se refiere a la coyuntura donde se inserta el impacto, es decir, se trata de la identificación de la integridad de los ambientes. En ambientes que ya han cambiado, los impactos acumulativos tienden a tener efectos más intensos que en ambientes que aún no han sido alterados por actividades humanas.

En este contexto, y a partir de la evaluación cualitativa presentada, se adoptaron las siguientes premisas de evaluación, como se muestra en la **Figura 6.1.5.k**. Cabe señalar, no obstante, que, en el caso de los impactos positivos, no se tiene en cuenta la capacidad de tolerancia y resiliencia de los CEV, ya que estos límites no son aplicables al tipo de análisis.

El grado de importancia de los VEC objeto de estudio figura en la **Tabla 6.1.5.b**.

Figura 6.1.5.k

Supuestos para determinar el grado de importancia de los impactos sobre los VEC

Importancia del Impacto	Descripción
Insignificante	VEC no experimentaría un cambio notable.
Moderado	El VEC experimentaría cambios apreciables, pero dentro de la variación natural.
Substancial	El VEC experimentaría cambios más allá de la variación natural, pero dentro de su rango de tolerancia o resiliencia.
Alta	El VEC experimentaría cambios que superarían su rango de tolerancia y resiliencia, generando un deterioro irreversible.

Fuente: BID Invest, 2023.

Tabla 6.1.5.b

Definición del grado de importancia de los impactos en los VECs

VECs	Grado de Importancia
Recursos Hídricos Superficiales	Baja
Calidad del Aire	Moderado a Substancial
Vegetación y Hábitat	Substancial
Empleo y Economía Local	Alta
Infraestructura (de trafego)	Substancial
Calidad de Vida de la Población	Baja

En resumen, y tal como se ha presentado a lo largo de los análisis, se puede inferir que los efectos sobre los VECs no son capaces de quebrar la resiliencia de los sistemas al punto de causar efectos irreversibles. En el caso de los Recursos Hídricos Superficiales, el factor determinante es el tamaño del río Paraguay, cuyas descargas medias anuales hacen que las extracciones conjuntas de los proyectos sean mínimas o despreciables. En cuanto a la calidad del aire, no se descarta la ocurrencia de episodios en los que se superen las concentraciones de contaminantes cuando se den situaciones en las que éstos no pueden dispersarse. Aun así, estas concentraciones no condenan a toda la troposfera inferior de la región de estudio.

Lo mismo se aplica al VEC Vegetación y Hábitat. Aunque las áreas combinadas conocidas de supresión y conversión de hábitats pueden alcanzar casi 300 ha, los efectos resultantes no tienen el potencial de alterar irreversiblemente la identidad del ecosistema local. Por otro lado, la fragmentación de las manchas de vegetación existentes y la pérdida localizada de especies arbóreas se están intensificando. Por estas razones, los impactos sobre este VEC se consideraron de importancia material, cuyas alteraciones son más intensas que las que podrían ocurrir de forma natural, pero dentro del rango de elasticidad y resiliencia del sistema.

Considerando la población empleada en el municipio de Villeta, los puestos de trabajo que se generarán durante la explotación de los proyectos suponen en conjunto aproximadamente el

7% del total, lo que justifica la importancia Alta atribuida al VEC Empleo y Economía Local. Por último, y en relación con el VEC Calidad de Vida, no se esperan impactos incrementales de intensidad relativa, por lo que se le atribuye una importancia Baja.

- **Gestión**

(g) definición de las medidas de gestión y mitigación de los impactos acumulativos en cada VEC

Plan de Gestión de Impactos Cumulativos

Todos los proyectos identificados están o estarán sometidos a procesos individuales de obtención de licencia ambiental ante al MADES, en virtud de los cuales se establecerán programas y medidas ambientales y sociales de cumplimiento obligado, según establecido en a las respectivas declaraciones de impacto ambiental (DIA).

Así, como primera medida de la estrategia para prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos acumulativos negativos y maximizar los efectos de los impactos positivos, se debe garantizar que cada proyecto considerado en el análisis cumpla íntegramente con los compromisos establecidos en sus respectivos procesos de licenciamiento. Este cumplimiento deberá ser carcanamente supervisado por el MADES. Esto se hace necesario porque existen impactos que están fuera del control de Atome y son de responsabilidad de los emprendedores de los otros proyectos.

Además de las medidas que debe llevar a cabo individualmente el Promotor responsable de cada proyecto, también hay medidas que pueden aplicarse conjuntamente, lo que puede optimizar los esfuerzos y garantizar que se cubran aspectos que pueden no haberse identificado en los procesos individuales. En este sentido, se proponen los siguientes programas:

Programa de Cooperación Institucional

Como los impactos evaluados en este estudio son acumulativos, causados por varios proyectos de distinta naturaleza y distintos Promotores, será necesario establecer una forma de involucrar a todos los actores para que se puedan aunar esfuerzos y obtener mejores resultados en la mitigación de los negativos o la potenciación de los impactos positivos.

Este involucramiento de las diversas partes puede lograrse a través de la implementación de este Plan de Cooperación Institucional, estableciendo condiciones para que cada parte coopere en el cumplimiento de las acciones que le competen.

El primer paso de este Plan de Cooperación Institucional, que podría ser coordinado por el MADES, sería invitar a todos los Promotores de los proyectos con impactos acumulativos identificados por este estudio (Atome, Omega Green, ONG Fundación Capital y Puerto Caacupemí) para discutir los impactos, las medidas a implementar, su disposición a participar en esta estrategia conjunta de manejo de dichos impactos, y el instrumento a establecer para suscribir este compromiso y monitorear su cumplimiento.

Se propone el establecimiento de un Convenio de Cooperación Técnica, por el que los distintos Promotores se comprometen a realizar la parte que les corresponda de las medidas establecidas

para mitigar y controlar los impactos acumulativos de carácter negativo y para potenciar los impactos acumulativos de carácter positivo, cuyo cumplimiento será supervisado por el MADES.

El Acuerdo de Cooperación Técnica deberá ser firmado por todos los Promotores implicados, asumiendo así los distintos compromisos relacionados con la mitigación o potenciación de los impactos acumulativos. A continuación se propone una estructura para detallar este Acuerdo de Cooperación Técnica:

1. Datos de las empresas y organismos participantes, y de los proyectos correspondientes
2. Descripción de las medidas y acciones propuestas en función de los impactos acumulativos identificados
3. Compromisos de cada participante
4. Cronograma, indicando las etapas o fases de implementación de las medidas y los plazos correspondientes
5. Duración total del Acuerdo de Cooperación Técnica
6. Gestor del Acuerdo de Cooperación Técnica, y correspondientes medidas de seguimiento de la ejecución de las medidas y acciones
7. Declaración de conformidad con el Acuerdo de Cooperación Técnica

Distribución de Responsabilidades

Así mismo, es importante mencionar que la gran mayoría de los efectos acumulativos aquí analizados están asociados a el Proyecto de Omega Green que, por su porte y naturaleza, tiene un potencial mas grande de causar alteración incremental en los VECs. De este hecho, es factible que el promotor de este Proyecto (**empresa BSBIOS**) asuma el protagonismo en las estrategias de control de los impactos acumulativos. De misma manera, se sugiere que el MADES asuma el papel de fiscalizador, para garantizar que las medidas están siendo llevadas a cabo y devidamente cumplidas.

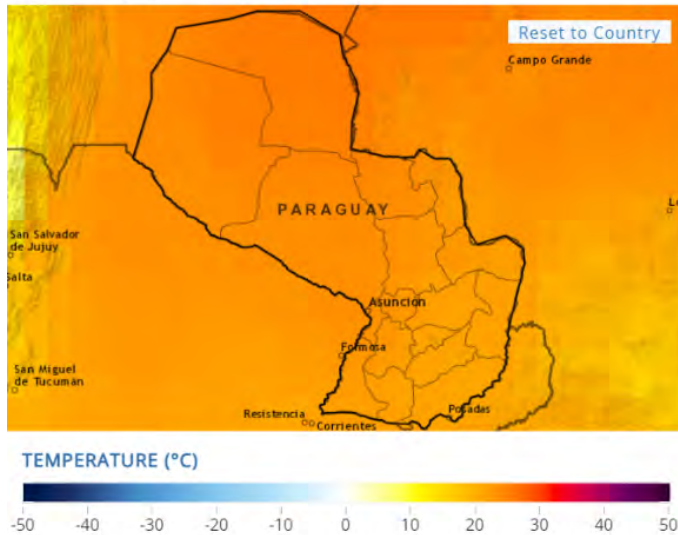
6.1.6

Riesgos de Desastres Naturales y Cambio Climático

El clima de Paraguay se clasifica entre tropical y subtropical, con temperaturas medias anuales superiores a 20°C en la mayor parte del país. En la región oriental la temperatura media oscila entre 20 y 24°C, mientras que en la región occidental la temperatura media anual se mantiene en torno a los 25°C (**Figura 6.1.6.a**). Las estaciones están bien definidas, siendo el invierno de junio a septiembre, con una temperatura que raramente supera los 20°C, y el verano de diciembre a marzo, con una temperatura media superior a los 25°C (**Figura 6.1.6.b**). Sin una barrera natural, Paraguay es susceptible a la acción de frentes fríos patagónicos y frentes cálidos amazónicos. Durante el invierno y la primavera la temperatura media reportada es de 17°C, con mínimas que se aproximan a los 10°C (IBA 2, 2018).

Figura 6.1.6.a
Temperatura media anual, 1991 a 2020

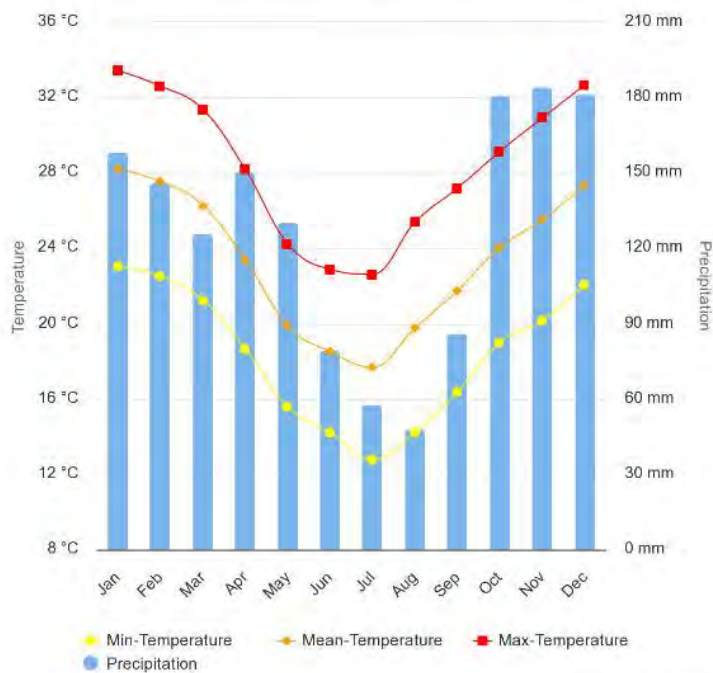
Observed Climatology of Mean-Temperature 1991-2020
 Central, Paraguay



Fuente: Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático (CCKP) del Banco Mundial. Acceso en 03/07/2023.

Figura 6.1.6.b
Temperatura media, mínima y máxima mensual y precipitación media mensual, en base al registro histórico de 1991 a 2020

Monthly Climatology of Min-Temperature, Mean-Temperature, Maximum Temperature & Precipitation 1991-2020
 Central, Paraguay



Fuente: Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático (CCKP) del Banco Mundial. Acceso en 03/07/2023.

La distribución de las precipitaciones sigue un patrón claro en Paraguay, con inviernos secos y veranos marcados por tormentas muy espaciadas con períodos secos. El período de mayores precipitaciones suele ocurrir en dos períodos, de marzo a mayo y de octubre a diciembre (**Figura 6.1.6.b**). Los eventos de mayor precipitación se concentran en la región sur, en la cuenca del río Paraná, con un promedio de 1,900 mm por año de lluvia, y se distribuyen regularmente a lo largo del año. Los eventos pluviométricos también son intensos en la región central, donde se encuentra la capital del país, Asunción, con una media anual de 1,400 mm, distribuidos a lo largo de todo el año, excepto en los meses de junio a agosto. De septiembre a mayo son frecuentes las grandes tormentas, en las que se producen grandes precipitaciones en un corto periodo de tiempo, provocando el desbordamiento de los ríos. En la región Chaco-Occidental la precipitación media anual varía de 500 a 1,000 mm, pero se concentra en los meses de verano, durante el invierno la región tiene un clima seco.

El paisaje de Paraguay se caracteriza por tres ecosistemas distintos. En la parte oriental, el clima subtropical húmedo de verdes colinas, praderas y bosques, incluida la meseta del Paraná, con altitudes de 300 a 600 m sobre el nivel del mar. Las llanuras bajas del extremo oriental, drenadas por ríos y sujetas a inundaciones anuales, caracterizan un bioma de sabana tropical. En el oeste se encuentra la región más seca, con vastas llanuras aluviales y extensas praderas secas, el Chaco Occidental, de clima cálido y semiárido.

La base de datos del Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático (CCKP) del Banco Mundial dispone de datos climatológicos históricos de Paraguay que abarcan el periodo comprendido entre 1901 y 2020. Con estos datos es posible evaluar la distribución espacial y temporal de las temperaturas medias y las precipitaciones medias.

La **Tabla 6.1.6.a** muestra los valores consolidados de temperatura media estacional para los períodos 1901 a 1930, 1931 a 1960, 1961 a 1990 y 1991 a 2020. Como se puede observar, existe un aumento gradual de las temperaturas medias estacionales a lo largo de los períodos analizados, en todas las regiones.

Las precipitaciones en Paraguay están sujetas a una importante variabilidad interanual debido a la Oscilación del Sur El Niño, que trae inundaciones y clima más frío, mientras que los episodios de La Niña están asociados a sequías y clima más cálido en Paraguay. Los datos registrados en la **Tabla 6.1.6.b** no muestran un aumento o disminución en los promedios estacionales de precipitación, sin embargo, es ampliamente discutido en la literatura que, aunque los promedios no cambian, los eventos de precipitación intensa en un corto período de tiempo han sido más frecuentes a lo largo del siglo XXI.

En esta sección se han presentado brevemente las características climáticas de Paraguay, así como un análisis expedito del cambio climático a lo largo del siglo XXI. En secciones subsiguientes, se profundizará en el tema del cambio climático, basado en modelos matemáticos, y en los efectos del cambio climático en el clima de Paraguay.

Tabla 6.1.6.a
Temperaturas medias estacionales observadas en el período comprendido entre 1901 y 2020

Temperatura media estacional observada (°C)																
Región	1901-1930				1931-1960				1961-1990				1991-2020			
	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre
Paraguay	27.39	23.38	19.12	24.29	27.89	23.46	19.66	24.65	27.61	23.50	19.33	24.50	27.73	23.61	19.63	24.89
Más alto: Alto Paraguay	28.29	25.05	21.64	26.63	28.46	24.90	21.94	26.73	28.36	25.06	21.76	26.68	28.40	25.08	22.01	26.88
Más bajo: Itapua	25.36	20.84	16.10	20.70	26.37	21.33	17.06	21.51	25.91	21.24	16.62	21.26	26.16	21.56	17.05	21.84

Tabla 6.1.6.b
Precipitaciones medias estacionales observadas en el periodo de 1901 a 2020

Precipitaciones medias estacionales observadas (mm)																
Región	1901-1930				1931-1960				1961-1990				1991-2020			
	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre
Paraguay	227.17	290.19	130.30	308.32	237.57	300.60	138.85	310.60	247.45	303.79	143.48	306.54	265.24	308.21	128.96	332.55
Más alto: Alto Paraguay	291.54	431.03	291.89	512.44	307.34	461.97	314.18	491.72	335.44	447.74	325.12	511.68	347.51	466.09	299.81	551.91
Más bajo: Itapua	165.57	152.4	29.56	126.54	169.33	139.9	29.93	140.69	171.40	165	32.73	134.34	181.52	157	26.37	141.92

Cambio climático

En esta sección se transmiten conceptos sobre el cambio climático, así como algunas metodologías aplicadas a la formulación de modelos que se utilizan para obtener curvas de parámetros climáticos.

Los fenómenos climáticos de calentamiento y enfriamiento global, aumento de frecuencia e intensidad de eventos climáticos (tormentas, tifones, tornados, etc.) forman parte de la dinámica del globo, siempre han ocurrido y seguirán ocurriendo. Lo que se ha estudiado en las últimas décadas es cómo las actividades humanas, intensificadas tras la revolución industrial, han acelerado e intensificado el cambio climático. Actualmente existe un consenso en la comunidad científica mundial de que las acciones antropogénicas son la causa principal de la intensificación del cambio climático que se ha producido en las últimas décadas (UNFCCC, 1992 e IPCC, 2007).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés) define el fenómeno del cambio climático como la variabilidad del clima atribuida directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición química de la atmósfera, que se complementa con la variabilidad natural ocurrida en periodos de tiempo pasados (UNFCCC, 1992). Sobre este concepto, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) afirmó posteriormente que la contribución de la acción humana al cambio climático era superior al 90% (IPCC, 2007). Se estima que los efectos del calentamiento global debido a la acción humana son cinco veces mayores que los del cambio climático debido a causas naturales (MONGELÓS, 2018). Los debates actuales en las reuniones de científicos y líderes políticos giran en torno a qué estrategias y medidas deben adoptarse para garantizar un medio ambiente saludable para las generaciones futuras. Para ello, la discusión científica se basa en métodos de mapeo de las actividades antropogénicas con mayor potencial para catalizar el cambio climático, a través de inventarios y cálculos de emisiones de carbono equivalente, y dimensionamiento de los riesgos futuros a través de la modelización de escenarios futuros, los RCPs (*Representative Concentration Pathways*) propuestos por el IPCC-AR5 en 2014.

Entre los principales escenarios se encuentran el RCP 4.5 y el RCP 8.5. El RCP 4.5 fue desarrollado por el equipo de modelización del JGCRI (*Pacific Northwest National Laboratory's Joint Global Change Research Institute*), de los Estados Unidos. Se trata de un escenario de estabilización en el que el forzamiento radiativo total se estabiliza poco después de 2100, donde la radiación se estabiliza en 4.5 W/m^2 , lo que corresponde a una concentración de aproximadamente 650 ppm (CLARKE *et al.*, 2007). El RCP 8.5 fue desarrollado por el marco de evaluación integrado del IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis*) de Austria. Se trata de un escenario pesimista y se caracteriza por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo del tiempo, asumiendo una radiación de 8 W/m^2 , lo que corresponde a una alta concentración de GEI (RIAHN *et al.*, 2007).

La teoría más aceptada es que, a finales del siglo XXI, la temperatura de la superficie de la Tierra aumentará 1.5°C con respecto a las temperaturas del periodo comprendido entre 1850 y 1900. Para el escenario RCP 4.5 el aumento probable es superior a 2°C , para el escenario RCP 8.5 el aumento probable es superior a 4°C , ambos con el final del siglo XXI (año 2100) como escenario.

Este aumento de la temperatura, en el contexto global, provocará cambios en el comportamiento de las masas de aire atmosférico y en el de las corrientes oceánicas. Es muy probable que se produzcan olas de calor más intensas y frecuentes. Se prevé que el aumento de la temperatura media provoque un aumento de la intensidad de los efectos de las precipitaciones en las regiones tropicales y un aumento de los períodos secos en otras regiones. En la región ártica se espera un aumento de la intensidad del deshielo, con escenarios de deshielo total (MEEHL *et al.*, 2007), y la consiguiente subida del nivel del mar. El análisis de los futuros escenarios de cambio climático en Paraguay se centrará en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

Escenarios de Cambio Climático para América del Sur y Paraguay

Los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 fueron adoptados como parámetros de análisis en el estudio “Evaluación de la vulnerabilidad y la capacidad para enfrentar a los desafíos y oportunidades del cambio climático en Paraguay”, que sirvió de base para el análisis construido en esta sección. En ambos escenarios, todo el territorio de Paraguay se verá afectado por el cambio climático. La **Figura 6.1.6.c** ilustra la distribución espacial de la temperatura media anual observada entre 1961 y 1990. La **Figura 6.1.6.d** ilustra la distribución espacial de la precipitación total anual observada entre los años 1961 y 1990.

Las **Figuras 6.1.6.e** y **6.1.5.f** ilustran el resultado de la modelización utilizando los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente, para la temperatura media anual, para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050. Las **Figuras 6.1.6.g** y **6.1.6.h** ilustran los resultados de la modelización utilizando los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente, para la precipitación total anual, para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050.

Figura 6.1.6.c
Temperatura media anual entre 1961 y 1990

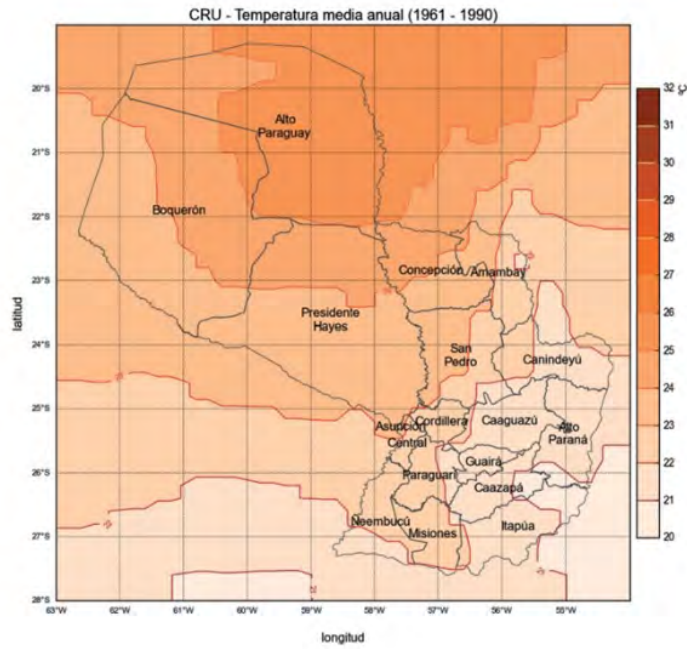


Figura 6.1.6.d
Precipitaciones totales anuales en el periodo 1961-1990

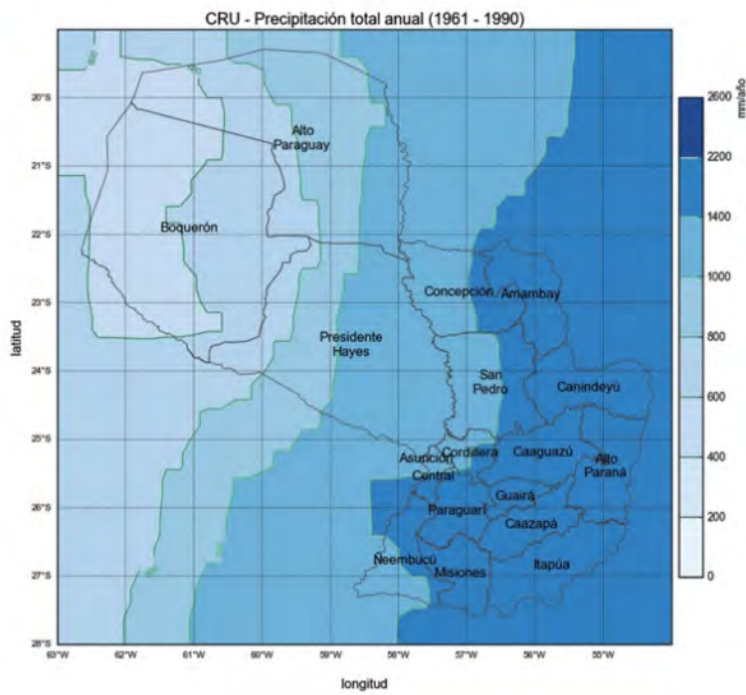


Figura 6.1.6.e
 Temperatura media anual en el escenario RCP 4.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050

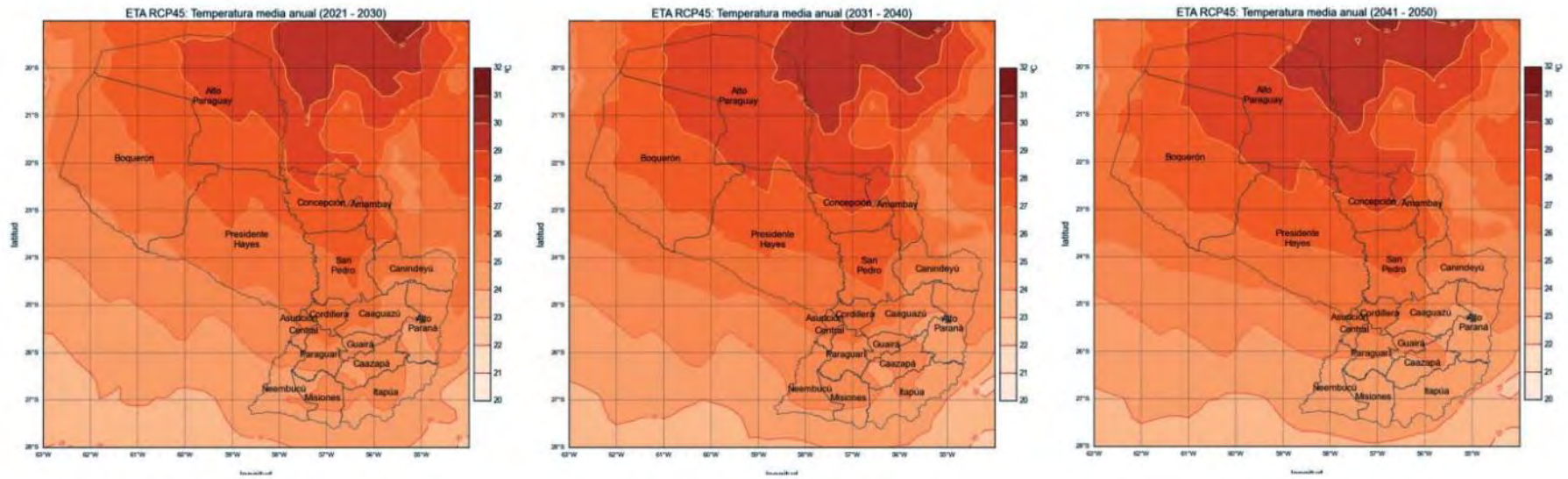


Figura 6.1.6.f
 Temperatura media anual en el escenario RCP 8.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 e 2041 a 2050

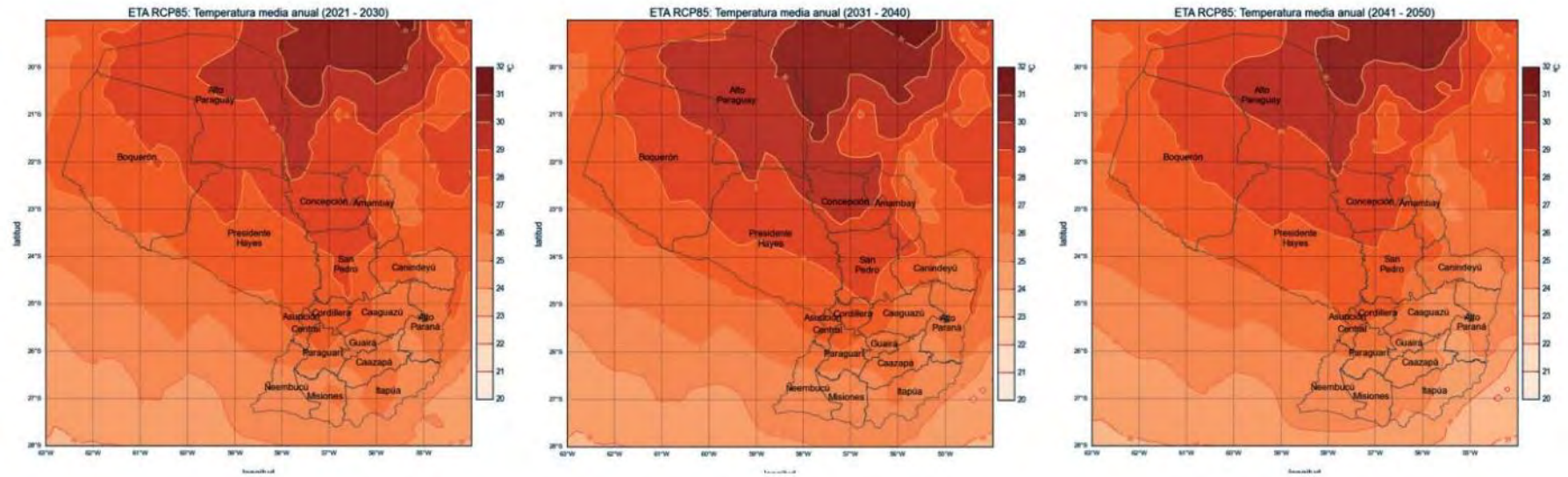


Figura 6.1.6.g
Precipitación anual total en el escenario RCP 4.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050

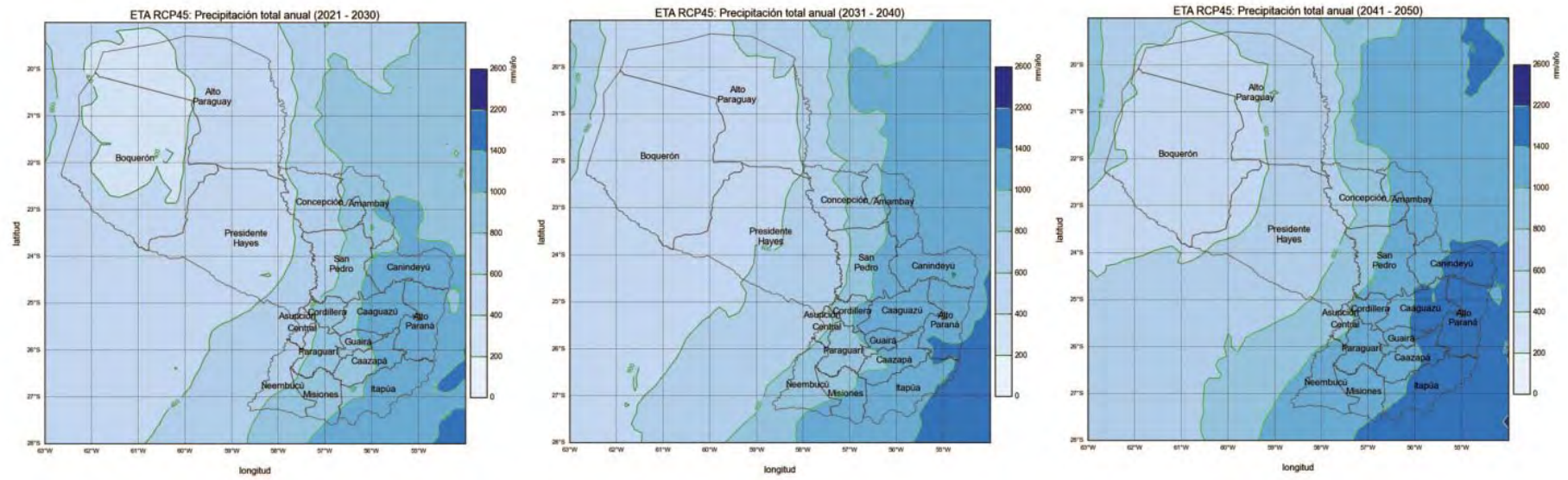
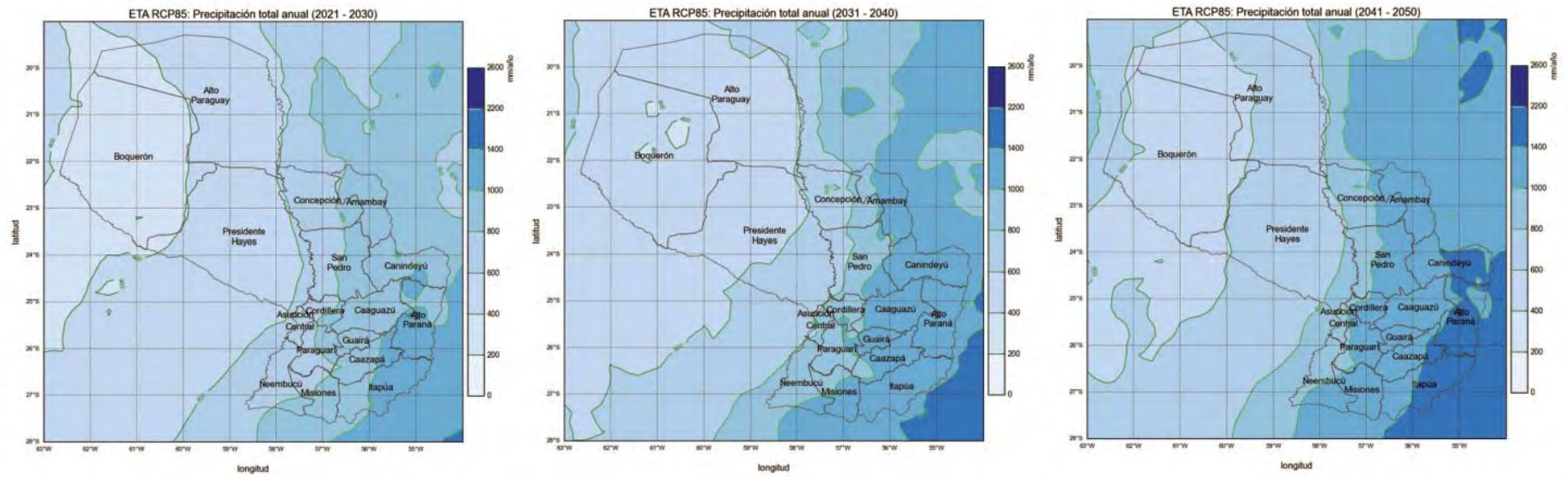


Figura 6.1.6.h
Precipitación anual total en el escenario RCP 8.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 e 2041 a 2050



En base a los escenarios modelados (RCP 4.5 y RCP 8.5), es posible visualizar un aumento gradual de la temperatura hasta el año 2050, con mayor intensidad para la modelación considerada un escenario pesimista, RCP 8.5. La **Tabla 6.1.6.c** muestra los valores comparativos para cada escenario y para cada período de tiempo analizado, considerando todas las regiones del territorio paraguayo. El valor normal (promedio anual 1961-1990) (**Figura 6.1.6.c**) es la base comparativa para la modelación realizada por décadas, y las columnas de anomalías muestran la diferencia con respecto al normal.

En la columna de anomalías de temperatura respecto a la normal (1961-1990) para el escenario RCP 4.5, se observa un aumento considerable de la temperatura media; en todas las décadas de 2021 a 2050, la de 2031 a 2040 muestra el mayor aumento de la temperatura media. Para el escenario RCP 4.5, el aumento de la temperatura fue cercano a 2.5°C para la mayoría de los Departamentos, superando los 3°C sólo en el departamento de Amambay. La modelización utilizando el escenario RCP 8.5 muestra un aumento de temperatura considerablemente mayor, alrededor de 3.5°C para la mayoría de los Departamentos, siendo Amambay y Canindeyú los que presentan el mayor aumento de temperatura observado, alcanzando 3.9°C en la década de 2031 a 2040.

En la **Tabla 6.1.6.d** se presentan los valores comparativos de la Variación de la Precipitación Acumulada Anual para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. La normal que sirve de base comparativa es la precipitación acumulada anual, histórica obtenida a partir de mediciones de 1961 a 1990. Tanto en la modelización que adopta el escenario RCP 4.5 como en la que adopta el escenario RCP 8.5, es posible verificar el mismo comportamiento, con una reducción significativa de las precipitaciones entre las décadas de 2021 y 2030 (alrededor del 20% para el escenario RCP 4.5 y del 25% para el escenario RCP 8.5). La reducción de las precipitaciones también se produce en la década de 2031 a 2040, sin embargo, con menor intensidad, para el escenario RCP 4.5 la reducción media es del 9%, mientras que para el RCP 8.5 es del 11%. En la década de 2041 a 2050 se produce una inversión de la tendencia y la precipitación muestra un pequeño aumento con respecto a los datos de los parámetros, para el escenario RCP 4.5 el aumento medio observado fue del 8%, para el escenario RCP 8.5 menos intenso, del 4%.

Tabla 6.1.6.c
Variación de la temperatura media anual para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5

Región	Departamento	Temp. Media Anual Histórico (°C)	Escenario RCP 4.5						Escenario RCP 8.5					
			Temp. media anual modelizada (°C)			Anomalía de temperatura registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (°C)			Temp. media anual modelizada (°C)			Anomalía de temperatura registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (°C)		
		1961-1990	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Oriental	Asunción	24.1	26.2	26.5	26.3	2.0	2.3	2.1	27.5	27.7	27.1	3.4	3.5	3.0
	Concepción	25.3	27.7	28.0	28.0	2.4	2.7	2.7	28.6	29.1	28.4	3.3	3.8	3.1
	San Pedro	24.3	26.9	27.0	26.9	2.6	2.7	2.6	27.8	28.1	27.4	3.5	3.8	3.1
	Cordillera	24.0	26.5	26.6	26.4	2.5	2.6	2.3	27.6	27.7	27.0	3.5	3.7	3.0
	Guairá	22.9	25.7	25.6	25.3	2.8	2.6	2.3	26.6	26.6	25.7	3.7	3.6	2.8
	Caaguazú	23.0	25.8	25.7	25.5	2.8	2.7	2.5	26.8	26.8	25.9	3.8	3.8	2.9
	Caazapá	22.5	25.2	25.1	24.8	2.7	2.6	2.3	26.1	26.1	25.2	3.6	3.6	2.7
	Itapúa	22.4	25.0	24.8	24.5	2.6	2.4	2.1	25.9	25.8	24.9	3.6	3.4	2.5
	Misiones	22.6	25.0	25.0	24.7	2.3	2.3	2.0	25.9	25.8	25.2	3.2	3.2	2.6
	Paraguari	23.2	25.5	25.6	25.3	2.3	2.4	2.0	26.6	26.6	26.0	3.4	3.4	2.8
	Alto Paraná	22.6	25.3	25.0	24.8	2.7	2.5	2.3	26.4	26.4	25.3	3.9	3.8	2.8
	Central	23.9	26.0	26.2	26.0	2.1	2.3	2.1	27.3	27.4	26.9	3.4	3.5	3.0
	Ñeembucú	22.8	25.0	25.1	24.8	2.2	2.3	2.0	26.0	25.9	25.6	3.1	3.1	2.7
	Amambay	24.3	27.3	27.5	27.4	3.0	3.1	3.1	28.0	28.2	27.4	3.7	3.9	3.1
Canindeyú	23.3	26.1	26.0	25.8	2.8	2.7	2.5	27.1	27.2	26.2	3.8	3.9	3.0	
Occidental	Presidente Hayes	24.6	26.6	27.1	27.1	2.0	2.5	2.5	27.6	28.1	27.7	3.0	3.5	3.1
	Boquerón	24.9	26.8	27.3	27.4	1.9	2.4	2.5	27.7	28.1	27.9	2.8	3.2	2.9
	Alto Paraguay	25.8	27.9	28.4	28.4	2.1	2.6	2.7	28.7	29.3	28.9	2.9	3.5	3.1

Tabla 6.1.5.d
Variación de la precipitación acumulada anual para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5

Región	Departamento	Precipitación anual acumulada Histórico	Escenario RCP 4.5						Escenario RCP 8.5					
			Precipitación anual acumulada modelizada (mm)			Anomalía pluviométrica registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (%)			Precipitación anual acumulada modelizada (mm)			Anomalía pluviométrica registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (%)		
		1961-1990	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Oriental	Asunción	895.5	706.4	747.9	905.5	-21.1	-16.5	1.1	651.1	779.7	906.3	-27.3	-12.9	1.2
	Concepción	901.3	706.6	792.6	867.9	-21.6	-12.1	-3.7	717.7	757.9	944.6	-20.4	-15.9	4.8
	San Pedro	1060.7	836.6	946.1	1079.2	-21.1	-10.8	1.7	787.8	897.0	1066.1	-25.7	-15.4	0.5
	Cordillera	1072.5	861.5	942.7	1123.0	-19.7	-12.1	4.7	772.7	927.0	1067.6	-28.0	-13.6	-0.5
	Guairá	1230.4	987.3	1097.5	1328.6	-19.8	-10.8	8.0	923.9	1104.4	1258.3	-24.9	-10.2	2.3
	Caaguazú	1290.3	1040.9	1190.7	1379.0	-19.3	-7.7	6.9	945.6	1116.3	1298.5	-26.7	-13.5	0.6
	Caazapá	1261.7	1035.3	1153.5	1420.2	-17.9	-8.6	12.6	967.0	1151.4	1325.5	-23.4	-8.7	5.1
	Itapúa	1325.4	1110.3	1246.1	1543.8	-16.2	-6.0	16.5	1016.9	1235.3	1445.9	-23.3	-6.8	9.1
	Misiones	1029.7	888.0	993.4	1244.5	-13.8	-3.5	20.9	812.7	1017.0	1115.3	-21.1	-1.2	8.3
	Paraguari	1015.0	836.7	913.1	1139.5	-17.6	-10.0	12.3	773.2	938.6	1050.1	-23.8	-7.5	3.5
	Alto Paraná	1408.6	1126.0	1334.8	1570.2	-20.1	-5.2	11.5	1021.9	1198.3	1453.8	-27.5	-14.9	3.2
	Central	930.6	748.1	804.4	984.3	-19.6	-13.6	5.8	686.6	827.6	940.9	-26.2	-11.1	1.1
	Ñeembucú	922.8	790.9	893.1	1115.3	-14.3	-3.2	20.9	734.9	909.6	984.0	-20.4	-1.4	6.6
	Amambay	1146.7	913.7	1034.9	1134.9	-20.3	-9.8	-1.0	888.3	1004.3	1232.9	-22.5	-12.4	7.5
Canindeyú	1327.3	1052.5	1256.8	1410.2	-20.7	-5.3	6.3	950.3	1128.9	1364.4	-28.4	-14.9	2.8	
Occidental	Presidente Hayes	675.2	547.3	603.3	699.3	-18.9	-10.6	3.6	510.7	574.0	695.1	-24.4	-15.0	3.0
	Boquerón	501.1	406.2	470.8	546.1	-18.9	-6.0	9.0	363.9	444.5	559.8	-27.4	-11.3	11.7
	Alto Paraguay	579.5	452.8	535.7	606.8	-21.9	-7.5	4.7	463.2	508.9	620.8	-20.1	-12.2	7.1

Los cambios climáticos modelizados y discutidos a lo largo de esta sección ponen de manifiesto importantes cambios en la temperatura y las precipitaciones en todo el territorio nacional de Paraguay. Estos cambios catalizan y potencian fenómenos climáticos de alta intensidad, como periodos prolongados de sequía, aumento de la intensidad de eventos extremos de precipitación e inundaciones. Según el estudio Índice de Vulnerabilidad al cambio climático en la Región de América Latina y el Caribe (*Vulnerability Index to climate change in the Latin American and Caribbean Region*), publicado en 2014, los países sudamericanos están menos expuestos al cambio climático que los ubicados en Centroamérica. Entre los países que conforman Sudamérica, Paraguay es el más expuesto al cambio climático y a los fenómenos meteorológicos extremos, siendo el decimosexto entre todas las naciones latinoamericanas clasificadas en el Índice de Exposición como de 'alto riesgo'. Los riesgos enumerados por el estudio son la sequía (dificultad de acceso al agua debido a sequías prolongadas, aumento de la desertificación, incendios, degradación de los suelos), las inundaciones y las fuertes tormentas, entre los principales factores de riesgo en esta región, junto con algunos de los mayores aumentos de temperatura previstos para la región de América Latina, ya que un riesgo asociado es la aparición de nuevas epidemias tropicales, además del empeoramiento de las epidemias existentes como el dengue y la fiebre amarilla.

Riesgos ambientales asociados al cambio climático

El Portal del Grupo de estudio sobre el cambio climático (CCKP por sus siglas en inglés) del Banco Mundial ofrece un estudio sobre la ocurrencia de fenómenos climáticos naturales extremos y el número de personas afectadas entre 1980 y 2020 (**Figura 6.1.5.i**). El aumento de la frecuencia de ocurrencia es evidente a partir del año 2000, destacando las epidemias, las tormentas y las inundaciones. A lo largo de la medición histórica, las inundaciones predominan, con 22 eventos, las epidemias, con 9 eventos, las tormentas y las sequías, con 8 eventos cada una, completan las categorías con mayor ocurrencia. Las inundaciones representaron la mayor proporción de personas afectadas y la mayor causa de pérdidas financieras en el periodo analizado.

El aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos ha sido asociado al empeoramiento de los fenómenos climáticos (El Niño y La Niña), a su vez asociados al calentamiento global. La ocurrencia de inundaciones y tormentas, en las características geográficas de Paraguay, está asociada a eventos extremos de precipitación. La **Figura 6.1.5.k** ilustra la proyección de la acumulación promedio de los eventos de mayor precipitación en un mes para la región central de Paraguay (considerando los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5), que es uno de los indicadores para analizar el riesgo de inundaciones. La ilustración en gris se refiere a los datos históricos de medición, 1995 a 2014, la proyección en amarillo al escenario RCP 4.5 y la proyección en rojo al RCP 8.5, la sombra que cubre los valores por encima y por debajo de la línea media se refiere al tratamiento estadístico 10%-90%, donde el 10% de los eventos tendrán valores por debajo de este rango, y el 90% de los eventos tendrán valores por debajo del máximo cubierto por el rango.

Figura 6.1.5.i
Estadísticas de los principales eventos naturales extremos ocurridos en Paraguay entre 1980 y 2020

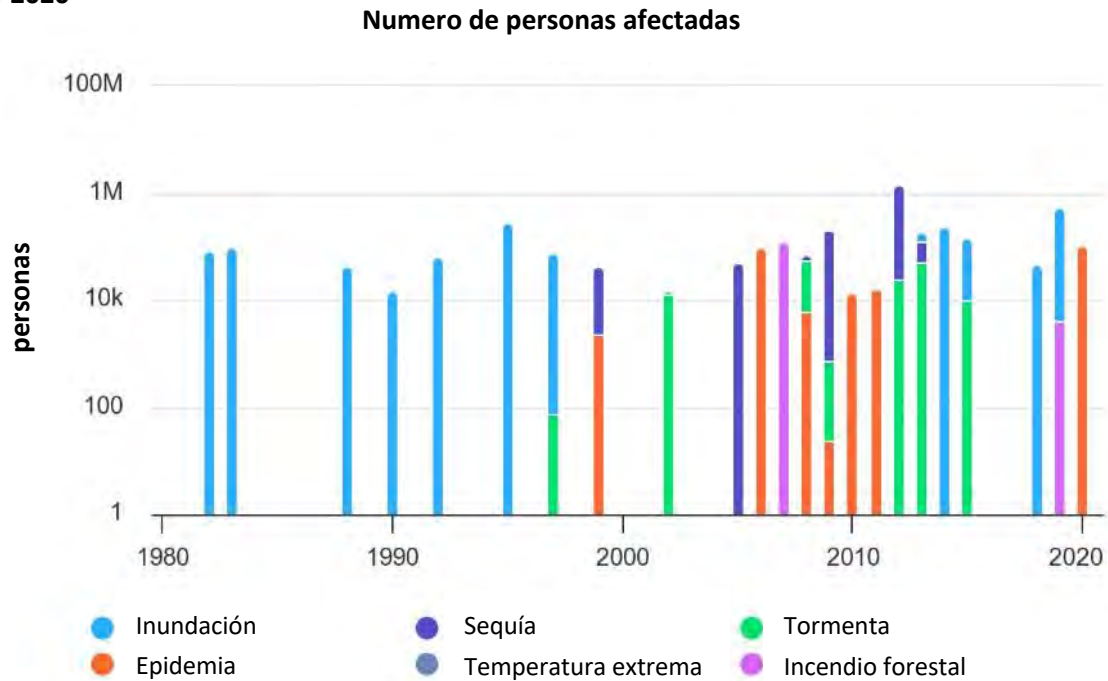
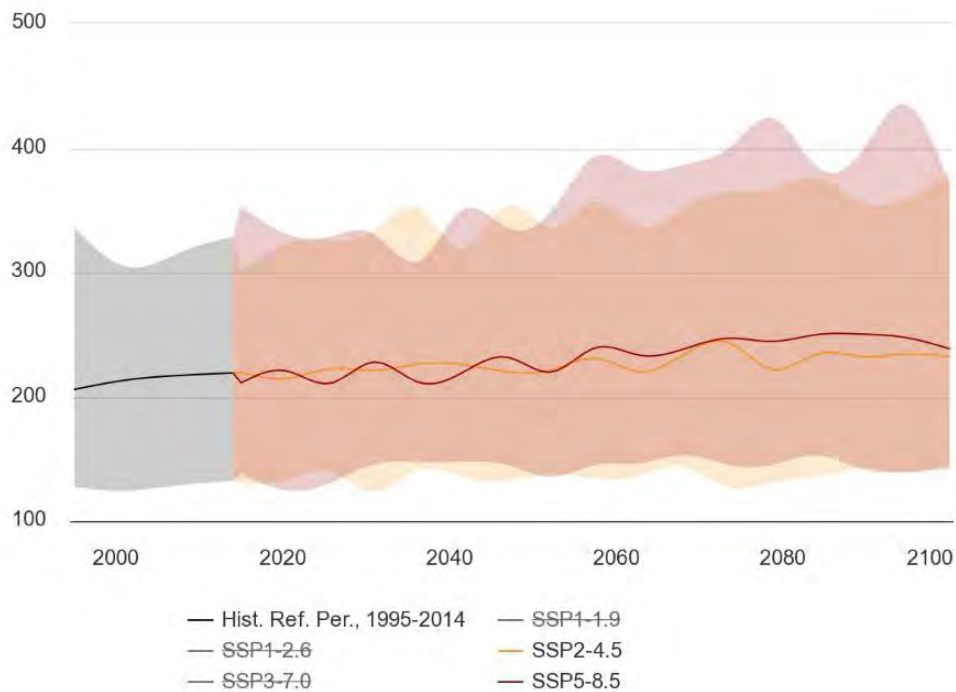


Figura 6.1.6.j
Proyección del promedio de eventos pluviométricos acumulados en un mes para la región central de Paraguay



La ocurrencia de inundaciones está asociada a eventos extremos de precipitación, por lo que el análisis de interés es la curva superior de la sombra, donde estarían los eventos extremos (temporales) con capacidad de generar inundaciones. De esta forma es posible verificar que en los datos históricos las mediciones no superaron los 350 mm, estando apenas por encima de los 300 mm de precipitación acumulada. La proyección ilustra un aumento continuo de los valores de los eventos extremos, el escenario RCP 8.5 ilustra un escenario alarmante, con empeoramiento de los eventos extremos a partir de 2040, alcanzando valores superiores a 400 mm después del año 2070, lo que representaría eventos extremos con ocurrencias de precipitación 33% superiores a las mediciones históricas.

De expuesto, se puede considerar que para el Proyecto de ATOME el riesgo de fenómenos extremos se asocia a tormentas, sequías e inundaciones. Como se discutió en los párrafos anteriores, las proyecciones del peor escenario ilustran un aumento de hasta 33% en la intensidad de los eventos extremos de lluvia en los próximos 60 años, lo que ciertamente resultará en eventos de inundación de mayor intensidad.

El Proyecto analizado se localiza en las proximidades de la llanura de inundación del río Paraguay, a unos 2 km de uno de sus meandros. El río Paraguay es el más largo del país y también tiene la mayor cuenca hidrográfica, recibiendo agua de deshielo de la Cordillera de los Andes. Es correcto inferir que el empeoramiento de los eventos extremos de precipitación tendrá una fuerte influencia en el régimen de crecidas del río, resultando en un empeoramiento de su intensidad. El lecho del río en el meandro próximo al Proyecto tiene una elevación aproximada de 53 metros, mientras el área destinada al Proyecto tiene una elevación media de 65 metros, con aproximadamente 12 metros de diferencia entre las elevaciones. En vista de ello, ciertamente la llanura de inundación cubierta por esta diferencia absorbería crecidas de grandes proporciones. Por otro lado, sigue siendo necesario tener en cuenta las tormentas extremas y los efectos del viento y de la sequía en la gestión de riesgos del Proyecto.