## Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero

### 1. Central de gas y generadores diésel

#### 1.1 Principales problemas con la inclusión en el proyecto de una central eléctrica a gas y el uso de generadores diésel:

Tanto la Descripción del Proyecto como el Anexo de Estimación de GEI mencionan la construcción y operación de una planta de energía a gas y el uso de grandes generadores diésel. Se espera que los generadores consuman más de 20 millones de litros de diésel al año. Se proporcionan dos capacidades diferentes para la planta de energía a gas, 220 y 161 MW. Las descripciones de su uso durante las operaciones varían e incluyen 15 días al año, 100 días al año y funcionamiento a capacidad reducida todo el año. No se incluyó una evaluación precisa de las emisiones de esta planta de energía en la estimación de emisiones de GEI del Proyecto. Además, la idea de convertir potencialmente la planta para que funcione con hidrógeno es poco práctica y sería un uso costoso e ineficiente de la energía renovable original. Finalmente, no está claro cómo un proyecto que utiliza una planta de energía a gas de 220 MW y generadores diésel que consumen millones de litros de combustible fósil al año puede producir hidrógeno o amoníaco "verdes".

#### 1.2 La descripción del proyecto incluye una posible planta de energía alimentada por gas y las emisiones de esta planta no parecen estar incluidas en las estimaciones de GEI para el proyecto:

La Sección 1.4.4.2 de la Descripción del Proyecto establece: “Adicionalmente se considera la construcción de una Central a Gas de respaldo, con la posibilidad de conversión futura a hidrógeno, que tendrá una capacidad de generación de 220 MW complementada por un sistema de turbinas a vapor de 220 MW”.

El Anexo de Estimación de GEI menciona una central eléctrica de diferente capacidad: “Adicionalmente, se implementará un sistema de respaldo eléctrico ubicado en las inmediaciones de la Planta de Amoníaco, compuesto por una Central a Gas, con conversión futura a hidrógeno, que tendrá una capacidad de generación de 161 MW”.

En el anexo, la Tabla 5-2 “Fuentes de emisión consideradas y excluidas. Fase de operación” no parece incluir la combustión o las emisiones fugitivas asociadas con una central eléctrica alimentada por gas. Las emisiones enumeradas en la Tabla 6-72 “Emisiones de GEI producto del uso de Sistema Eléctrico de Respaldo (PGU). Fase de Operación”, no parecen reflejar las emisiones de una planta de energía a gas de 220 o 161 MW, ya que son muy bajas (~25 $tCO_2$ e/año), incluso mucho más bajas que las emisiones enumeradas para generadores diésel (~59,000 $tCO_2$ e/año). La Tabla 7-1 en la sección 7.5 “Métodos de seguimiento para la cuantificación de emisiones GEI y SLCF” no incluye las emisiones de la central de gas.

**1.3 Convertir una planta de energía a gas para que funcione con hidrógeno sería poco práctico, costoso y constituiría un uso ineficiente de la energía renovable original:**

La descripción del proyecto menciona la posibilidad de convertir la central eléctrica de gas para que funcione con hidrógeno. Convertir las centrales eléctricas de gas natural para que funcionen con hidrógeno al 100% probablemente implique costosas mejoras en grandes partes de la central, y quemar hidrógeno para generar electricidad supone un uso extremadamente ineficiente de la electricidad renovable original.[1] Según un artículo de 2023 sobre el uso de hidrógeno verde para alimentar centrales eléctricas, “Entre el 50% y el 80% del valor energético de la electricidad limpia se pierde en el proceso de producción de hidrógeno y su posterior combustión para generar electricidad. Algunas de estas pérdidas se producen en el proceso de electrólisis, cuya eficiencia es de aproximadamente un 70% a un 75%. Pero la mayor parte de las pérdidas se producen al quemar hidrógeno para hacer girar un generador, un proceso que, en el mejor de los casos, tiene una eficiencia de aproximadamente un 64% con las turbinas de gas de ciclo combinado más modernas y que puede reducirse a entre un 35% y un 42% con las turbinas de combustión más antiguas”.[2] Sería más práctico, eficiente y probablemente más económico utilizar baterías de almacenamiento adicionales in situ, almacenando energía eólica o solar para su uso posterior, que construir una central eléctrica de gas y adaptarla posteriormente para que funcione con hidrógeno.

---

[1] https://climate.mit.edu/ask-mit/can-we-use-pipelines-and-power-plants-we-have-now-transport-and-burn-hydrogen-or-do-we-need
[2] https://www.canarymedia.com/articles/hydrogen/the-problem-with-making-green-hydrogen-to-fuel-power-plants

**1.4 ¿Puede un proyecto que utiliza gas natural y diésel como fuente de energía producir hidrógeno y amoníaco “verdes”?:**

La Sección 1.6.6.3 de la Descripción del Proyecto establece: "Se estima que, para asegurar la continuidad operativa de la Planta de Amoníaco y los Centros de Electrólisis, será necesario contar con un suministro máximo de alrededor de 1 millón de $m^3$ por día de gas natural. No obstante, este nivel de consumo máximo se proyecta únicamente para períodos puntuales de alta demanda, con una duración estimada de 15 días al año. Durante el resto del año, el consumo previsto se reducirá en un 90% lo que se traduce en un consumo del orden de 100.000 $m^3$ diarios”.

La Sección 6.3.1.1.2 del Anexo de Estimación de GEI establece: “Durante la ejecución de la fase de operación del Proyecto, se utilizará Sistema Eléctrico de Respaldo (PGU) para suministro de energía eléctrica en caso de emergencia, para lo que se considera un uso de 100 días anuales”.

Además, la Sección 6.3.1.1.1 del Anexo establece: “Durante la ejecución de la fase de operación del Proyecto, se utilizarán grupos electrógenos para suministrar energía

eléctrica en las actividades de esta etapa del proyecto" con las Tablas 6-69 a 6-71 indicando que el proyecto consumirá 17,520,000 kg (>20,000,000 l) de diésel por año y que este uso de generadores es independiente del "Sistema Eléctrico de Respaldo" (Cuadro 6-72). El valor proporcionado para el consumo de diésel parece reflejar el uso de los generadores a tiempo completo y durante todo el año (o incluso más), otra indicación de que estos generadores no se consideran solo para uso de respaldo o de emergencia. (Un generador diésel de 2.000 kVA/1.600 kW probablemente quemaría entre 440 y 500 litros por hora a plena carga; 440 litros x 8.760 horas/año = 3,9 millones de litros por año) [1].[2]

Dadas estas descripciones del consumo de gas natural y diésel del proyecto, no está claro si el hidrógeno y el amoníaco que produce todavía se considerarían "verdes".

---

[1] https://powercontinuity.co.uk/knowledge-base/diesel-generator-fuel-consumption

[2] https://oer.enviraj.com/general/diesel-generator-fuel-consumption-chart/

### 1.5 Abastecimiento de energía:

La Sección 6.3.2.1 establece: "Por su parte, durante la fase de operación, el proyecto se autoabastecerá de energía…". Si bien esto puede ser cierto en lo que respecta a la electricidad, el proyecto requerirá la importación de gas y diésel para alimentar la central eléctrica de gas y los generadores diésel, por lo que no será autosuficiente energéticamente.

### 1.6 Emisiones de GEI y SLCF:

La Sección 7.4 "Emisiones GEI y SLCF totales del proyecto" sólo incluye valores de emisiones anuales máximas, en lugar de una estimación de las emisiones totales del proyecto. En estos valores no se incluyen las emisiones de la central eléctrica de gas. De igual manera, si bien la Sección 1.6.10.4.1 del EIA aborda la posibilidad de conectar el campamento a las redes de suministro de gas de ENAP para la calefacción de las instalaciones, y la Sección 6.3.1 del Anexo 1-G no incluye emisiones derivadas de esta conexión.

### 1.7 Suministro de energía:

Según la descripción del proyecto, los siete centros de electrólisis requerirán "aproximadamente 550 MW de potencia cada uno" y la planta "contará con un sistema eléctrico de respaldo para asegurar su operación continua. La Sección 1.6.2.1.26 establece que el Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (SBA) tendrá una capacidad total de 225 MWh por cada Centro de Electrólisis. Dependiendo de la

capacidad del SBA, esta capacidad podría ser suficiente para operar un centro de electrólisis durante media hora. No se encontró ninguna explicación de cómo una planta de gas de 220 MW (que suministra menos energía que la requerida por un solo centro de electrólisis) y un SBA de este tamaño podrían servir como respaldo adecuado para 5 GW de energía eólica y garantizar la operación continua de la instalación.

**1.8 Consumo de Gas Natural (Sistema de Respaldo Eléctrico):**

En el capítulo 1, en relación al Sistema de Respaldo Eléctrico (1.6.6.3) se indica que "…para asegurar la continuidad operativa de la Planta de Amoníaco y los Centros de Electrólisis, será necesario contar con un suministro máximo de alrededor de 1 millón de m3 por día de gas natural" (y especifica que será por alrededor de 15 días al año). Para el resto del año se indica un consumo del orden de 100.000 m³ diarios. Esto equivale, según cálculos propios, a un consumo total cercano a 50 millones de m³ de gas natural por año.

En el mismo apartado se señala que "También es importante destacar que esta turbina de gas natural podría ser adaptada en el futuro para operar parcialmente y/o totalmente con hidrógeno u otro derivado como combustible, una vez que la tecnología se encuentre disponible".

Por otro lado, en el Anexo 1G "Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero-GEI y Forzantes climáticos de vida corta –SLCF", respecto al acápite 6.3.1.1.2. "Sistema Eléctrico de Respaldo", se menciona que considerando el uso que este sistema tendría se estiman las emisiones de GEI y SLCF por un total de 100 días anuales.

Se solicita al titular:

- Incluir una comparación del consumo anual de gas natural estimado para el proyecto respecto al consumo total actual de la Región de Magallanes. Esta información es importante para comprender y dimensionar si el consumo de gas natural proyectado es compatible con los principios de sostenibilidad y transición energética que el propio proyecto declara promover.
- Debe explicitar a qué se refiere cuando indica que la turbina de gas natural "podría ser adaptada en el futuro". Si es sólo una declaración de intenciones, la información en nada aporta al estudio en evaluación. Se espera del titular esfuerzos concretos para reducir el consumo de gas natural, en línea con los esfuerzos de mitigación y, específicamente, los objetivos y metas climáticas a nivel sectorial y nacional.
- En base a lo anterior, se solicita un compromiso con metas y plazos concretos para sustituir progresivamente el gas natural por hidrógeno u otro combustible de bajas emisiones, incluyendo estudios de factibilidad y un cronograma para su implementación.
- De acuerdo a lo indicado en el Anexo 1G, existiría una subestimación de las emisiones GEI asociadas al consumo de gas natural (el anexo indica sólo 100 días, siendo que se describe un consumo continuo a lo largo del año). Además, no se comprende si el cálculo es en base a los 100.000 m³ diarios o se ha

considerado un promedio con el periodo de mayor demanda. Debe aclarar, explicitar y corregir el cálculo de GEI entregado.

## 2. Emisiones en la cadena de valor (alcance 3)

### 2.1 Una discusión sobre las emisiones de Alcance 3 era factible y deberían haberse incluido:

Es probable que el amoníaco verde se utilice como fertilizante o combustible, lo que produce la liberación de $N_2O$, un potente gas de efecto invernadero.[1],[2] Según los investigadores que analizan el uso del amoníaco como combustible, “si el 1% del nitrógeno de ese amoníaco se pierde como $N_2O$... La intensidad de los gases de efecto invernadero de tal tasa de pérdida significaría que quemar amoníaco como combustible sería más contaminante que el carbón”.[3] El Anexo 1-G establece, “Todas las emisiones de GEI para el Alcance 3 asociadas a la ejecución de las actividades de la fase de operación del proyecto, se excluyen de la presente estimación de emisiones, debido a la imposibilidad de caracterizarlas fehacientemente, con un adecuado nivel de representatividad y precisión”. En ninguna otra parte de la EIA se encontró ninguna discusión sobre las posibles emisiones de Alcance 3 de $N_2O$ provenientes del eventual uso final del amoníaco como fertilizante o combustible.

No es apropiado excluir una fuente importante de emisiones debido a la incertidumbre; más bien, la evaluación debería haber incluido un análisis de las emisiones de Alcance 3 y descrito todos los supuestos y áreas de incertidumbre.

El apartado 6.3.1.5 del Anexo 1-G establece: “En consecuencia, las emisiones de GEI producto del manejo de residuos generados durante la fase de operación están asociadas al Alcance 3, el cual no es contemplado dentro de este estudio”. Los métodos para calcular las emisiones de Alcance 3 procedentes de residuos generados en las operaciones (Protocolo de GEI Alcance 3 Categoría 5) están bien establecidos y podrían haberse utilizado.[4] La Sección 7 “Conclusiones” del Anexo 1-G afirma que siguieron la “Guía técnica para calcular las emisiones de Alcance 3” del Protocolo de GEI, sin embargo el Protocolo de GEI tiene una guía para calcular las emisiones de Alcance 3 provenientes de residuos y estos cálculos no se realizaron.

---

[1] Pan, Shu-Yuan, et al. "Addressing nitrogenous gases from croplands toward low-emission agriculture". Npj Climate and Atmospheric Science 5.1 (2022): 43. https://www.nature.com/articles/s41612-022-00265-3

[2] https://www.news-medical.net/news/20240711/Burning-ammonia-for-maritime-fuel-could-lead-to-devastating-public-health-impacts.aspx

[3] https://engineering.princeton.edu/news/2023/11/07/ammonia-fuel-offers-great-benefits-demands-careful-action

[4] https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/Ch5_GHGP_Tech.pdf

## 3. Uso del Amoníaco

### 3.1 El amoníaco verde es un uso ineficiente de la energía renovable:

En comparación con el uso directo o el almacenamiento en baterías, el hidrógeno verde es un uso ineficiente de la energía renovable. Añadir la desalinización de agua de mar al proceso aumenta aún más la ineficiencia, y añadir Haber-Bosch para generar amoníaco consume aún más energía. Chile todavía utiliza combustibles fósiles para aproximadamente el 20-30% de la generación eléctrica y hay una planta de carbón argentina cerca de la ubicación del proyecto.[1],[2] Si se necesitara amoníaco verde para descarbonizar la agricultura, sería más eficiente utilizar energía renovable directamente en Chile (o en Argentina) para reducir el consumo de combustibles fósiles antes de intentar enviar hidrógeno verde y amoníaco a otras partes del mundo, tal como se establece en la Estrategia Nacional del Hidrógeno Verde. Esto es especialmente cierto dada la dependencia del Proyecto de una planta de energía de gas natural y generadores diésel para producir el amoníaco

---

[1] https://ember-energy.org/latest-updates/chile-surpasses-40-wind-and-solar-for-the-first-time-in-december

[2] https://www.switchcoal.org/en/power-plant/rio-turbio-power-station?140d69eb_page=5

## 4. Emisión en tratamiento de residuos

### 4.1 Emisiones por tratamiento de Residuos Líquidos Domésticos:

En el Anexo 1-G, la Tabla 6-100 “Emisiones de GEI y SLCF producto del Tratamiento de Residuos Líquidos Domésticos. Fase de Operación. Año 2030 al Año 2055” parece carecer de algunas emisiones o contener otros errores. La columna de $CO_2$eq representa el total de las demás columnas tras aplicar los valores del potencial de calentamiento

global (GWP). No queda claro cómo existe un valor distinto de cero para $CO_2$eq, mientras que todos los demás valores de la tabla se indican como cero. Pareciera que se omitieron los valores de las emisiones directas de metano ($CH_4$) y óxido nitroso ($N_2O$), ya que estos gases se emiten a menudo durante el tratamiento de aguas residuales.

**Tabla 6-100 – Emisiones de GEI y SLCF producto del Tratamiento de Residuos Líquidos Domésticos. Fase de Operación. Año 2030 al Año 2055.**

| Fuente | Caudal de aguas servidas [$m^3$/año] | Emisión Año 2030 al Año 2055 (t/año) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Año 2030 al Año 2055 | $CO_2$ | $CH_4$ | $N_2O$ | HFC | PFC | $SF_6$ | $NF_3$ | $CO_2$ eq |
| Emisiones producto del tratamiento de aguas servidas | 54.000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,69 |

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Falencias generales en la medición y justificación de los impactos sinérgicos

Una de las afirmaciones más repetidas en el EIA (Capítulo 2) es que el proyecto “no genera sinergias negativas” con los efectos del cambio climático en la gran mayoría de los componentes evaluados. Esta afirmación se presenta de forma sistemática y sin diferenciación, incluso en contextos donde los propios datos del proyecto sugieren la existencia de interacciones relevantes entre sus impactos y la vulnerabilidad climática regional.

La “sinergia negativa”, según la propia guía del SEA, se produce cuando un proyecto acrecienta la vulnerabilidad de un componente ya afectado por el cambio climático (combinación de impactos ambientales del proyecto y el riesgo climático), generando un efecto compuesto mayor que la suma de sus partes. Esta definición exige una evaluación relacional, contextual y multiescalar, que no se aprecia en el EIA del proyecto.

En rigor, el proyecto se enmarca en un contexto donde la Ley N°21.455 (Ley Marco del Cambio Climático) mandata la consideración de la variable de cambio climático en los componentes ambientales pertinentes dentro del SEIA. En línea con ello, la “Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA” (SEA, 2024), adoptada por el propio proyecto, establece criterios específicos para evaluar sinergias negativas entre los impactos de este y los efectos del cambio climático. Sin embargo, la reiterada declaración de ausencia de sinergias negativas en la evaluación del proyecto genera serias dudas sobre la rigurosidad con que dicha guía fue aplicada, especialmente considerando la magnitud del proyecto y la vulnerabilidad climática de la región. A ello se suma el “Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico” (SEA, 2023), cuyo objetivo es fortalecer el análisis del cambio climático en relación con los recursos hídricos, en particular cuando existen riesgos de sinergias negativas. En este contexto, la afirmación del proyecto de que no existirían tales sinergias sugiere una posible aplicación parcial o superficial de este instrumento, lo que debilita la solidez técnica y normativa del análisis realizado.

Aún más, dada la vulnerabilidad general de la Región de Magallanes al cambio climático (aumento de temperatura, cambios en precipitaciones, eventos extremos, deshielo de glaciares), la afirmación de que el proyecto no generará sinergias negativas en casi ningún

componente es altamente cuestionable y parece una evaluación superficial de la interacción.

De este modo, el estudio del proyecto sostiene la ausencia de sinergias negativas sin sustentar dicha conclusión en evidencia científico-empírica robusta, sino principalmente en la existencia de limitaciones tecnológicas, carencia de información específica o dificultades metodológicas para realizar modelaciones climáticas pertinentes. Esta forma de argumentación desplaza la incertidumbre hacia una negación del riesgo, en lugar de abordarla mediante un enfoque precautorio y adaptativo. Por ejemplo:

- En calidad del aire, se reconoce que no existe disponibilidad metodológica para incorporar los efectos del clima futuro en la dispersión de contaminantes, pero se concluye igualmente que no habría sinergia. Esto es una limitación técnica, no una justificación de la ausencia de sinergia. Aunque no sea factible modelar, la posibilidad de que el cambio climático afecte la dispersión de contaminantes debería mantener la consideración de una posible sinergia, o al menos un mayor grado de incertidumbre que justifique la adopción de medidas precautorias.

- En suelos, se reconoce que el cambio climático podría aumentar las tasas de formación, pero se omite analizar cómo se interseca esto con la alteración del suelo por las obras, concluyéndose que "no se tienen sinergias negativas". Si hay cambios en los procesos de formación del suelo, ¿cómo se asegura que no haya sinergias con las actividades del proyecto que implican movimiento de tierras o alteración del suelo?

- En fauna y flora (específicamente con respecto a fauna vertebrada e invertebrada terrestre y hongos y líquenes) la evaluación se limita a declarar un "riesgo climático muy bajo" o "bajo" y en la ausencia de identificación de riesgos medios/altos en ARClim, ignorando que la región ya presenta evidencia científica de desequilibrios ecosistémicos asociados a variaciones climáticas (reducción de glaciares, cambio en cobertura vegetal, alteraciones en hábitats). Así, la evaluación del proyecto parece desconectar su impacto específico de la vulnerabilidad sistémica regional al cambio climático.

- En glaciares, se descarta impacto alguno basándose en la ausencia de obras directas en ellos, declarándose que no se ha realizado una caracterización de este componente, sin considerar impactos indirectos sobre ciclos hídricos o ecosistemas que dependen de la criósfera. En efecto, la consideración de la variable de cambio climático en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, conforme a la Ley N°21.455 y las guías metodológicas del Servicio de Evaluación Ambiental, invita a una perspectiva más amplia que abarque los impactos indirectos, las interconexiones ecosistémicas y las sinergias con los efectos del cambio climático, incluso si no hay una interacción física directa con el componente en cuestión.

En atención a las falencias detectadas en la evaluación de impactos sinérgicos del proyecto con los efectos del cambio climático, se solicita al titular:

1. Justificar en forma detallada y fundada las razones técnicas, metodológicas y científico–empíricas que sustentan la afirmación reiterada de que el proyecto “no genera sinergias negativas” con el cambio climático en la mayoría de los componentes evaluados.

2. Explicar cómo se aplicaron los criterios establecidos en:

    a. La Ley N°21.455 (Ley Marco de Cambio Climático).

    b. La Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA (SEA, 2024).

    c. El Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico (SEA, 2023).

3. Aclarar por qué, en casos donde el propio EIA reconoce limitaciones de información o ausencia de metodologías (ej. calidad del aire, suelos, fauna, criósfera), dichas limitaciones derivan directamente en la negación de sinergias negativas y no en la aplicación del principio precautorio o en un reconocimiento de incertidumbre.

### 5.1. Impactos sinérgicos en relación con los glaciares

En glaciares, se descarta impacto alguno basándose en la ausencia de obras directas en ellos, declarándose que no se ha realizado una caracterización de este componente. En este contexto, la falta de caracterización de los glaciares constituye una omisión grave, tanto por el lugar donde se emplaza el proyecto como por la vulnerabilidad comprobada de la criósfera regional. La Región de Magallanes presenta una alta sensibilidad a los efectos del cambio climático, siendo el retroceso glaciar una de sus manifestaciones más críticas. Estudios recientes indican que el 87% de los glaciares magallánicos presentan retrocesos significativos, con pérdidas de hasta 278 metros por año. Entre 2014 y 2019, Chile perdió aproximadamente un 8% de su masa glaciar —equivalente a 1.894 km² de superficie— evidenciando una aceleración preocupante del fenómeno.

Estos cambios generan múltiples riesgos, como la inestabilidad de terrenos que pueden dar lugar a deslizamientos, avalanchas o crecidas repentinas de origen glaciar (GLOFs), con potenciales impactos sobre la infraestructura, el turismo o la seguridad de las personas. Además, el derretimiento glaciar afecta directamente los ciclos hídricos al modificar la estacionalidad, la disponibilidad de agua dulce y las características físico-químicas de cuerpos de agua dulce y costeros. Estas alteraciones pueden provocar pérdida de oxígeno, proliferación de algas y disminución de la biodiversidad, afectando, por ejemplo, especies como el ostión, cuya reproducción y hábitat dependen de las condiciones salinas asociadas a los ambientes periglaciares.

Asimismo, la disminución de la cobertura nival y el aumento de la precipitación líquida no solo impactan los ecosistemas, sino también el paisaje y el valor turístico de la región, elementos que forman parte del patrimonio natural que la Estrategia Regional de Desarrollo considera estratégico preservar y potenciar.

La guía metodológica del SEA establece explícitamente que un proyecto puede acentuar la vulnerabilidad de un componente, aumentando su exposición al cambio climático o reduciendo su resiliencia. Por ello, se recomienda considerar el estado futuro de los componentes ambientales al momento de definir el diseño y ejecución del proyecto, con el fin de evitar o mitigar sinergias negativas. Esta lógica es reforzada por el documento "Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico", que entrega directrices para predecir impactos en el agua cuando se identifiquen interacciones relevantes con el cambio climático.

Si bien el proyecto no contempla captación de agua desde glaciares, sí interactúa con los ciclos hídricos regionales, por ejemplo, mediante la captación de agua de mar para desalación o a través de impactos sobre ecosistemas terrestres y marinos que dependen de la dinámica hídrica. No integrar estas interrelaciones en el análisis ambiental constituye una subestimación de los riesgos y una evaluación incompleta del contexto climático actual y futuro.

Por otra parte, los planes de contingencia y respuesta ante emergencias debieran incluir explícitamente escenarios asociados a eventos extremos vinculados al retroceso glaciar y al cambio climático, los cuales representan riesgos reales y crecientes para la región.

En definitiva, la decisión de no caracterizar ni evaluar los glaciares, bajo el argumento de una no afectación directa, contradice tanto el marco normativo vigente como la evidencia científica disponible. Dado el papel estructural que cumple la criósfera en los ecosistemas y el equilibrio hídrico regional, la omisión de este análisis impide una comprensión integral de los impactos acumulativos y sinérgicos que el proyecto podría generar. Por lo tanto, se requiere una reevaluación más rigurosa que considere el componente glaciar como parte esencial del sistema ambiental de la Región de Magallanes.

De este modo, se solicita al titular:

1. Justificar fundadamente por qué, a pesar de la alta vulnerabilidad de la criósfera en la Región de Magallanes y de la existencia de abundante evidencia científica sobre su retroceso acelerado, se decidió no realizar caracterización ni evaluación alguna de los glaciares en el Estudio de Impacto Ambiental.

2. Explicar cómo dicha decisión se compatibiliza con:

    a. La obligación establecida en la Ley N°21.455 (Ley Marco de Cambio Climático) de incorporar la variable climática en los componentes ambientales pertinentes.

    b. La Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA (SEA, 2024), que establece que deben analizarse las sinergias negativas en aquellos componentes cuya vulnerabilidad puede ser acrecentada por el proyecto.

c. El Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico (SEA, 2023), considerando la interdependencia entre glaciares, ciclos hídricos y ecosistemas asociados.

3. Señalar expresamente por qué el proyecto descarta posibles impactos sinérgicos con los glaciares únicamente sobre la base de la ausencia de obras directas, sin evaluar los efectos indirectos que su retroceso puede tener sobre:

    a. la estabilidad del terreno y riesgos de eventos extremos (GLOFs, avalanchas, deslizamientos);

    b. los ciclos hídricos regionales (estacionalidad, disponibilidad y calidad del agua dulce);

    c. los ecosistemas costeros y marinos vinculados a la dinámica hídrica.

4. Indicar las razones por las cuales los planes de contingencia del proyecto no incorporan escenarios de emergencia asociados a riesgos glaciares y climáticos, considerando su creciente relevancia para la seguridad de las personas, la infraestructura y las actividades económicas de la región.

## 6. Incompatibilidad entre la evaluación climática del proyecto y las políticas públicas vigentes de adaptación y desarrollo regional con relación al cambio climático

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto H2 Magallanes presenta una caracterización climática que resulta insuficiente y contradictoria con la normativa vigente, las proyecciones científicas oficiales y los instrumentos de planificación territorial y ambiental de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

En primer lugar, el proyecto se inserta en los sectores de Energía e Infraestructura, expresamente reconocidos como vulnerables al cambio climático por el artículo 9° de la Ley N° 21.455, Ley Marco de Cambio Climático. Sin embargo, el EIA sostiene que la zona presenta “baja exposición climática” y que, en consecuencia, no es necesario incorporar obras ni criterios de diseño adaptativo. Esta conclusión resulta incompatible con el marco normativo, que establece que la vulnerabilidad sectorial impone el deber de identificar y proponer medidas de adaptación específicas, y configura una contradicción directa entre la vulnerabilidad reconocida y la ausencia de medidas propuestas.

En segundo lugar, el EIA omite integrar de manera suficiente las proyecciones oficiales de cambio climático para la región, que indican:

- Aumento sostenido de la temperatura media anual (entre 0,5 y 1,5 °C para 2050 y hasta 2 °C hacia 2075–2080).

- Incremento de precipitaciones y mayor frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos.

- Tendencia creciente a la aridez y disminución de la humedad del suelo.

- Retroceso acelerado de glaciares y afectación de regímenes hidrológicos, con impacto directo sobre la biodiversidad y la disponibilidad hídrica.

- Aumento en la intensidad del viento y episodios de temperaturas inusualmente elevadas.

Estos factores, documentados en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático y en otros estudios oficiales, demuestran que la caracterización de “bajo riesgo” y la negación de sinergias negativas entre el proyecto y los efectos proyectados del cambio climático constituyen una lectura fragmentada y subestimada del contexto regional.

En tercer lugar, el proyecto no se alinea con los objetivos estratégicos de desarrollo territorial y adaptación climática definidos en instrumentos oficiales como la Estrategia Regional de Desarrollo 2023–2030, que posiciona a Magallanes como “refugio climático” y “laboratorio natural” para la adaptación, con especial énfasis en la protección de la biodiversidad nativa y la gestión sostenible de recursos hídricos. Pese a su escala y ubicación estratégica, el proyecto adopta una postura pasiva, limitándose a declarar que “no se relaciona ni se contrapone” con dichos objetivos, sin presentar acciones en materia de resiliencia local, monitoreo o generación de conocimiento adaptativo. Este enfoque contraviene el principio de coherencia con las políticas públicas y los estándares de sostenibilidad que exige la Ley N° 21.455 y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

En virtud de lo anterior, se requiere al titular que:

1. Justifique de manera técnica y normativa la compatibilidad del proyecto con la vulnerabilidad sectorial definida por la Ley N° 21.455, las proyecciones climáticas oficiales y los objetivos de adaptación establecidos en la Estrategia Regional de Desarrollo 2023–2030 y el Plan de Acción Regional de Cambio Climático.

2. Acredite la evaluación de sinergias negativas entre los impactos del proyecto y los efectos proyectados del cambio climático, considerando interacciones acumulativas y complejas sobre la biodiversidad, los recursos hídricos, la infraestructura y los servicios ecosistémicos.

3. Explique y sustente cualquier omisión de medidas de adaptación, bajo el principio precautorio y la exigencia de coherencia con las políticas públicas sectoriales y territoriales vigentes.

En caso de que el titular no logre acreditar esta compatibilidad, deberá complementar su evaluación ambiental incorporando medidas concretas, verificables y proporcionales a la magnitud del proyecto y a la sensibilidad climática del territorio. La validación de un proyecto de esta envergadura no puede sustentarse en una caracterización genérica o descontextualizada del riesgo climático; se requiere una evaluación robusta, integrada y coherente con la evidencia científica, el marco normativo y las políticas públicas vigentes.

## 7. Insuficiencia de la información climática utilizada y falta de representatividad local en la evaluación del proyecto

El Estudio de Impacto Ambiental fundamenta buena parte de su análisis climático en la herramienta ARClim del Ministerio del Medio Ambiente, recomendada por el propio SEA. Sin embargo, reconoce explícitamente que esta carece de información específica o detallada para la comuna de San Gregorio, donde se emplazará el proyecto. Esta limitación afecta directamente la calidad y pertinencia de la evaluación de riesgos climáticos en el área de influencia.

En diversas secciones del EIA, se recurre a datos de otras comunas (como Punta Arenas) ante la ausencia de información para San Gregorio, pese a que el propio estudio reconoce que las condiciones de zonas como Bahía Posesión son únicas y no comparables con las proyecciones de otras localidades, generando así una contradicción técnica evidente. Esta falencia se repite en componentes estratégicos como recursos hídricos marinos, paisaje, valor turístico, líneas de transmisión, parque eólico y operaciones portuarias, todos fundamentales para la viabilidad y operación del proyecto.

Por ejemplo, para el componente paisaje y valor turístico, el proyecto indica que "no existen antecedentes sobre riesgos climáticos específicamente aplicables" en ARClim para la comuna de San Gregorio, optando por extrapolar tendencias de precipitación regional, una aproximación que podría ser insuficiente dada la especificidad de los atributos paisajísticos y turísticos. Asimismo, para elementos centrales del proyecto como las líneas de transmisión y el parque eólico, el EIA reconoce que “no se cuenta con información específica aplicable al área de emplazamiento”, evidenciando una ausencia de datos precisos para sectores clave.

Asimismo, una debilidad metodológica crítica del EIA es la omisión del análisis de vulnerabilidad climática para su tipología principal, esto es, construcción y operación de plantas químicas. El propio EIA reconoce que ARClim no cuenta con capas de riesgo para este tipo de instalaciones, por lo que la evaluación climática se enfoca únicamente en las tipologías secundarias (líneas de transmisión, puerto, parque eólico).

Esta omisión es particularmente grave e injustificable. Las plantas químicas constituyen el núcleo operativo, ambiental y tecnológico del proyecto. Su funcionamiento implica procesos industriales de alta complejidad, almacenamiento y manipulación de sustancias peligrosas, riesgos tecnológicos mayores y exigencias de control extremadamente sensibles a variables climáticas como la temperatura, la humedad, el viento, la corrosión acelerada de materiales y los eventos meteorológicos extremos. Excluirlas del análisis de vulnerabilidad por falta de información en ARClim no representa una limitación técnica insalvable, sino una omisión metodológica seria. En consecuencia, la evaluación del riesgo climático del proyecto queda estructuralmente incompleta, ya que el componente más relevante —por su magnitud, riesgo potencial y centralidad en la operación— queda fuera del análisis. Esta carencia metodológica compromete directamente la validez de la conclusión general del EIA sobre la inexistencia de sinergias negativas, y debilita la confiabilidad del enfoque

adoptado frente a una de las variables ambientales más críticas para el desarrollo sostenible de la Región de Magallanes.

Así, el hecho de que la herramienta ARClim no disponga de capas específicas para este tipo de instalaciones no exonera al titular de su obligación legal y técnica de evaluar los riesgos climáticos relevantes, conforme lo dispone la Ley N° 21.455 y las guías metodológicas del SEA. En virtud del principio preventivo que rige el SEIA, se exige complementar la evaluación con otras fuentes técnicas, bibliografía especializada, metodologías de modelación alternativas o información internacional equivalente, a fin de dimensionar los riesgos ambientales que podrían derivarse del cambio climático sobre este componente.

La reiterada mención de que no existe información climática localizada para componentes críticos, sumada a la dependencia exclusiva de una herramienta de alcance general como ARClim —sin estudios complementarios de campo, modelaciones locales o escenarios propios— socava la validez técnica de las conclusiones sobre vulnerabilidad climática del proyecto. La magnitud y especificidad de un proyecto industrial de esta naturaleza demandan una caracterización climática localizada y técnicamente robusta, condición que no se evidencia en la evaluación presentada.

En virtud de lo anterior, se solicita al titular que justifique de manera técnica y documentada que la información climática utilizada es representativa y suficiente para caracterizar los riesgos en el área de emplazamiento del proyecto, en particular en la comuna de San Gregorio y sectores críticos como Bahía Posesión. Esta justificación deberá demostrar:

- Que la ausencia de datos locales no compromete la identificación y valoración de riesgos climáticos relevantes.
- Que la extrapolación de datos de otras comunas es metodológicamente válida para las condiciones particulares del sitio.
- Que la evaluación presentada es coherente con las exigencias de la Ley N° 21.455 y la Guía Metodológica del SEA (2024) en materia de integración de la variable climática.

En caso de que el titular no logre acreditar dicha representatividad y suficiencia, deberá complementar la línea de base y la evaluación incorporando información climática localizada, mediante estudios, modelaciones o levantamientos específicos que permitan caracterizar adecuadamente los riesgos para cada componente del proyecto.