



HOJA DE
RUTA
2026-2035



NODO
**Laboratorio
Natural
Subantártico**

27 de noviembre de 2025

Equipo Hoja de Ruta
Laboratorio Natural Subantártico

HOJA DE
RUTA
2026-2035



NODO
**Laboratorio
Natural
Subantártico**

Contenidos

01

Laboratorios Naturales Subantárticos para el desarrollo a través de la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación	7
--	----------

02

Una hoja de ruta para los Laboratorios Naturales Subantárticos	9
2.1. ¿Qué es una hoja de ruta?	9
2.2. Metodología para la hoja de ruta	12
2.3. Componentes de la hoja de ruta	15
2.4. Actividades para la identificación de acciones	16

03

Los desafíos en CTCI que enfrentamos	21
3.1. Desafío 1. Institucionalidad, gobernanza y capital social	26
3.2. Desafío 2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCI	31
3.3. Desafío 3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana	38
3.4. Desafío 4. Sustentabilidad, sectores económicos y actividades antrópicas	47
3.5. Desafío 5. Cambio climático, sustentabilidad y medio ambiente	57
3.6. Desafío 6. Pueblos originarios, conservación y CTCI	61

04

Visión compartida del Laboratorio Natural Subantártico	69
---	-----------



05

Lineamientos transversales de la hoja de ruta	71
--	-----------

06

Programas y propuestas de la hoja de ruta	79
--	-----------

6.1. Programa de CTCi 1: Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación	82
6.2. Programa de CTCi 2: Bienestar social	92
6.3. Programa de CTCi 3: Gestión Ambiental Local	102

07

Iniciativas y procesos en ejecución	115
--	------------

7.1. Geoportal	117
7.2. Valorización y Gobernanza de la Reserva de Biosfera Laguna San Rafael y El Guayaneco	120
7.3. Guía de Vinculación Institucional con los ODS	122
7.4. Guía de Buenas Prácticas para la Relación entre Ciencia y Comunidades en los LNS	125
7.5. Análisis del Marco Normativo de Ecosistemas Subantárticos en Chile	128
7.6. Internacionalización de LNS	130

08

Conclusiones: metas y temporalidad de la hoja de ruta	133
--	------------

Referencias bibliográficas	136
-----------------------------------	------------





Laboratorio Natural Subantártico para el desarrollo a través de la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.

01

El desarrollo del concepto de Laboratorio Natural es relativamente reciente en la literatura científica, siendo utilizado para referirse a lugares delimitados, con atributos únicos, en los que se pueden estudiar procesos naturales (geológicos o biológicos). Estos procesos pueden ocurrir a diferentes escalas espaciales, desde la microescala (por ejemplo, en el colágeno de un hueso fósil), nivel de localidad, país o continente (Australia, Antártica), hasta macroescala como el planeta Tierra. Las áreas del conocimiento que abarca el Laboratorio Natural incluyen ciencias de la tierra, médicas, sociales, políticas, psicológicas, etología, comunicaciones, entre otras. Chile con su gran diversidad de ecosistemas y características únicas, es un territorio con alto potencial de existencia de Laboratorios Naturales.

En el caso particular de la macrozona austral, cuyos canales y fiordos carecen de una réplica geográfica equivalente en el hemisferio sur al Sur de los 47°S, además, la presencia de los bosques siempreverdes subantárticos más australes del mundo, convierten esta zona en un lugar clave para la identificación, estudio y conservación de Laboratorios Naturales. Bajo este escenario, el proyecto: *Red colaborativa para el desarrollo del laboratorio Subantártico: Fortalecimiento de la investigación científica y sus impactos socioambientales y económicos en la macrozona austral*, propone incorporar a la discusión, el concepto de Laboratorio Natural Subantártico ante los diversos actores sociales e institucionales, mediante una propuesta que integre la concepción de desarrollo social, cultural y económico de los laboratorios naturales en la macrozona austral. El proyecto busca establecer y coordinar una red de colaboración para el desarrollo de investigación en el Laboratorio Natural de la Macro categoría Subantártica, ensamblando necesidades en áreas específicas del conocimiento y proporcionando información



sobre sí misma y su entorno. El proceso participativo fortalecerá los actuales mecanismos de articulación, participación y apropiación de CTCL con diferentes sectores y grupos de interés. Se entregará un diagnóstico que permita identificar y priorizar necesidades o áreas específicas para la macrozona austral y el país, identificar a los grupos de interés y/o sectores beneficiarios de dichas necesidades o áreas, en concordancia con iniciativas preexistentes en el territorio austral.

Como punto de partida consideramos un Laboratorio Natural Subantártico como “los extensos territorios y maritorios chilenos (44°-57°S) interconectados más cercanos a la Antártida /con un impacto antropogénico reciente y moderado en comparación con otras zonas del mundo / donde ocurren procesos geológicos y biológicos altamente susceptibles al cambio el cambio global /distribución polar y más meridional /en la que la mayoría de la superficie está bajo figuras de protección oficial”. Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto también se busca discutir acerca de la conceptualización de Laboratorio Natural Subantártico para lograr una definición más completa y que atienda no solamente a criterios científicos (biogeográficos, ecológicos, paleontológicos, antropológicos) sino que integre además dimensiones sociales (éticas y políticas) para el desarrollo de las comunidades locales.

En términos generales, el propósito del proyecto es promover la actividad científica para el desarrollo del Laboratorio Natural Subantártico a través de la articulación de una red colaborativa de actores del ecosistema de CTCL.



Una Hoja de Ruta para el Laboratorio Natural Subantártico

02

2.1. ¿QUÉ ES UNA HOJA DE RUTA?

Una hoja de ruta corresponde a un proceso metodológico que permite a una organización, institución, territorio o, en este caso, un Laboratorio Natural, administrar estratégicamente determinados anhelos, objetivos y acciones en un corto (1 a 2 años), mediano (3 a 5 años) y largo plazo (6 años o más).

De forma general, la construcción de una hoja de ruta implica diferenciar distintos niveles metodológicos. En un primer nivel se considera una capa superior donde se identifican factores impulsores como **tendencias, objetivos generales y requisitos**. En el segundo nivel se encuentran los **productos y servicios** que se deben activar en respuesta a los factores impulsores identificados en el nivel anterior. Finalmente, el tercer nivel representa una capa inferior donde se disponen las **tecnologías, capacidades y recursos internos** (Lu & Weng 2018). Para el Laboratorio Natural Subantártico, la hoja de ruta se construyó mediante el uso de herramientas de la inteligencia estratégica basada en escenarios de futuro (Godet 2007) para la identificación y priorización de oportunidades del entorno interno y externo, junto con la delimitación participativa de objetivos, actividades, plazos y responsables que faciliten alcanzar las opciones identificadas y validadas por los actores.

A pesar de que la literatura sobre Laboratorios Naturales no aborda de manera tan detallada los procesos metodológicos de las planificaciones realizadas, sus resultados y experiencias de instalación permitieron extraer recomendaciones que fueron de utilidad para la metodología aplicada en la presente hoja de ruta. Dichas recomendaciones se han estructurado en tres grandes criterios orientadores que se presentan a continuación: a) Criterio de participación y gobernanza, b) Criterio de flexibilidad y c) Criterio de coherencia.



a) Criterio de participación y gobernanza

El criterio de participación y gobernanza involucra el proceso de apropiación de los acuerdos de la hoja de ruta, aprehendida por los actores y la institucionalidad que facilita y regula los mecanismos de coordinación e intercambio. Esto es de suma relevancia, dado que uno de los grandes problemas que parece estar enquistado en los sistemas de innovación en América Latina, corresponde a la *poca conexión que existe entre los actores, sus requerimientos y la oferta de conocimiento local* (BID 2011). Esta problemática también se ha documentado en las Estrategias Regionales de Innovación en Chile, ya que se han identificado inadecuados procesos de gobernanza, con *escasa participación y articulación* entre representantes del ejecutivo regional y jefes de servicio del Gobierno Central (Planas Serralta & de Lucio 2018).

Respecto a procesos de Laboratorio Natural, el artículo de 2018: *The politics of a natural laboratory. Claiming territory and governing life in the Galápagos Islands*, explora el caso de las islas Galápagos donde se enfatiza que en Laboratorios Naturales no solo existe producción y validación de conocimientos, sino también procesos de gubernamentalidad de determinados conocimientos respecto a otros (conocimientos expertos versus conocimientos locales) y de la vida y la muerte (especies invasoras respecto a las especies nativas). En este caso, la recomendación refiere a considerar que los Laboratorios Naturales también se constituyen como **espacios de gobernanza**, donde es necesario que los mecanismos de acuerdos entre los actores puedan: I) establecerse de manera explícita y II) socializarse y validarse entre los mismos actores. El realizar esto podría inhibir generación de controversias y debilitación del capital social (Hennessy 2018).

En 2019 se publica el artículo: *The most perfect natural laboratory in the world: Making and knowing Hawaii National Park*, que aborda críticamente el caso del Parque Nacional de Hawaii, indicando que en este caso se crearon parques nacionales que facilitaron el ingreso al territorio de comunidades científicas, pero dificultaron y limitaron el acceso y participación de las propias comunidades locales. La recomendación que se extrajo de dicho estudio refiere a la necesidad de que los Laboratorios Naturales implementen **agendas compartidas entre los distintos actores** que lo conforman, sean del sector académico-científico, público, privado y sociedad civil. Los Laboratorios Naturales deben ser convocantes de distintas maneras ya que los actores no científicos-académicos también poseen expectativas sobre el territorio que, ahora, es delimitado bajo la conceptualización de Laboratorio Natural (Shih 2019).



Para el caso chileno, en 2021 se publica el artículo: *Laboratorios naturales en países emergentes y ventajas comparativas en ciencia: evidencia desde Chile*, donde a pesar de que no se mencionan aspectos relacionados directamente con una hoja de ruta, se relevan los “**efectos positivos indirectos**” para otros actores no científicos ni académicos en la constitución de Laboratorios Naturales. Ejemplo de ello es la valorización de los territorios, educación científica, la promoción de la imagen país, el desarrollo de actividades económicas relacionadas a los Laboratorios Naturales como el turismo científico, pequeñas industrias especializadas y servicios logísticos (Aguilera y Larraín 2021).

b) Criterio de flexibilidad

Cada hoja de ruta debe considerar una lógica flexible y adaptativa respecto a sus ámbitos de aplicación, sectores económicos involucrados, características del tejido institucional, conformación de sus actores, entre otros. Por ende, si bien existe un marco general para las hojas de ruta, este no es rígido ni determinista. Este criterio permite facilitar el acuerdo entre actores y sus procesos.

En la construcción de hojas de ruta para **ciudades inteligentes en Taiwán**, se identificó que el peso de las decisiones de los expertos locales tuvo un mayor protagonismo del esperado, en virtud de que fue necesario no solo dimensionar la madurez de las tecnologías para las *smart city*, sino también analizar las posibilidades de que dichas tecnologías fuesen utilizadas de forma efectiva como servicios regulares por las personas (Lu *et al.* 2019). Conclusión similar se obtuvo en las consideraciones metodológicas para las hojas de ruta en la **industria 4.0**, donde una revisión sistemática de metodologías de hoja de ruta relevó el peso de la idiosincrasia de las instituciones y sus actores, en relación con sus competencias, motivaciones, intenciones, prioridades y presupuestos (Ghobakhloo 2018).

c) Criterio de coherencia

Proceso de nivelación entre el futuro deseado, brindado por los ejercicios de *benchmarking* y la identificación de macrotendencias, respecto al futuro posible, construido a partir del diagnóstico de las capacidades regionales y macroregionales. Este criterio se puede fundamentar con el análisis de la hoja de ruta tecnológica industrial de **Corea del Sur**, realizada para apoyar la planificación pública en I+D. En dicha experiencia, sus autores indicaron que la hoja de ruta se enfocó mayoritariamente en abordar las tendencias emergentes, pero sin analizar suficientemente los actores relacionados y posibles colaboradores (*stakeholders*) para el despliegue de esta hoja de ruta (Cho *et al.* 2016).



2.2. METODOLOGÍA PARA LA HOJA DE RUTA

La construcción de la hoja de ruta consideró: I) cuatro grandes etapas donde se recogieron los avances del diagnóstico, correspondientes a los desafíos comunes del Laboratorio Natural Subantártico y los desafíos identificados en la iniciativa Nodo Ciencia Austral para la aceleración del impacto territorial de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, II) definiciones de corto, mediano y largo plazo, III) desarrollo de proyectos e iniciativas que incluyeron definiciones de áreas, propuestas, estrategias y acciones.

Etapa I:

Identificación de desafíos y tendencias.

En primer lugar, una hoja de ruta debe conectarse con elementos precedentes que acontecen en los estudios diagnósticos. Gracias a ellos es posible construir desafíos en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.

Un **desafío** puede definirse como la relación que existe entre una debilidad y una oportunidad de una organización, territorio o comunidad. Los desafíos deben tener fundamentación empírica, considerando capacidades y brechas, pero a la vez disponer de la validación de los actores que tienen relación con estos (SUBDERE-IDER 2016). La identificación de desafíos permite estructurar el accionar de la hoja de ruta.

Figura 1. Proceso metodológico hoja de ruta. Laboratorio Natural Subantártico



Los desafíos permiten, además, identificar determinadas **tendencias** que incorporan elementos tecnológicos, ambientales, sociales, políticos, éticos y políticos (van Rij 2010). Este procedimiento incluye: I) búsqueda y recolección de información, *benchmarking (stocktaking)*, la cual se complementa con la información levantada en las etapas previas del proyecto, II) clusterización y actualización de tendencias y desafíos y III) entrevistas de validación, estudios de compatibilidad, procesos de priorización (*gap analysis*) y elaboración de recomendaciones (Amanatidou *et al.* 2012) que para este caso han sido provistas por los alcances de los diagnósticos y hoja de ruta del Nodo Ciencia Austral.

Adicionalmente, la validación de los desafíos posee los siguientes componentes:

- a) Validación empírica de desafíos: el primer nivel de validación de los desafíos posee una dimensión empírica ya que su construcción nace de un diagnóstico realizado con fuentes oficiales e institucionales en distintas temáticas relevantes para comprender los procesos de CTCI en la macrozona y del Laboratorio Natural Subantártico.
- b) Validación participativa de desafíos: en segundo lugar, los desafíos consideran las visiones y planteamientos de los actores representantes del sector público, privado, académico y de la sociedad civil en las actividades participativas.

La construcción de desafíos corresponde al cruce entre las oportunidades y debilidades identificadas del análisis diagnóstico en relación a las macrotendencias. Es decir, los desafíos corresponden a un espacio intermedio entre el futuro deseado y las capacidades internas y efectivas que se disponen. Ello permitirá la detección del escenario apuesta y viable de alcanzar (SUBDERE-IDER 2016).

Etapa 2:

Visión compartida y objetivos estratégicos.

La visión compartida o imagen objetivo corresponde a un sueño de largo plazo que posee un territorio, comunidad u organización, en este caso los actores relacionados al Laboratorio Natural Subantártico. La visión compartida consiste en un gran propósito a alcanzar que permita orientar esfuerzos y acciones, considerando la realidad y contexto actual. Para su buen cumplimiento la visión compartida necesita vincular a otros actores y procesos. Los atributos comunes de la visión compartida son los siguientes: I) Debe tener visión de futuro, no de mejorar el pasado.



II) Debe ser ambiciosa: un reto, pero realista, viable. III) Debe ser clara: de fácil interpretación, IV) Debe ser sencilla: para que todos la comprendan, V) Debe ser atractiva: para provocar ilusión, VI) Debe ser compartida: consensuada por las personas de la organización.

Por otra parte, los objetivos estratégicos corresponden a los principales logros que se deben concretar y deben orientarse a una imagen objetivo, visión, o desafíos estratégicos de la hoja de ruta. Deben ser congruentes entre sí, porque de ellos se desprenden las acciones que en su conjunto darán cumplimiento a estos objetivos. Están orientados a definir los resultados esperados y expresan las variables relevantes o críticas del desempeño esperado (SUBDERE- IDER 2016).

Etapa 3:

Acciones y metas.

Las acciones constituyen la operacionalización, las actividades concretas capaces de traducir el marco estratégico de las políticas planeadas (SUBDERE-IDER 2016). Las acciones deben contener:

- Plazos: para su realización considerando actividades de corto (1 a 2 años), mediano (3 a 5 años) y largo plazo (6 a 10 años).
- Responsabilidades: responsables para realizar estas acciones: actores, instituciones.
- Requerimientos: financieros, físicos, equipamiento, etc.
- Indicadores: que permitan monitorear sus avances y cumplimiento de resultados.
- Productos (*outputs*): la hoja de ruta se traducirá en proyectos e iniciativas que comprenderán áreas, propuestas, estrategias y acciones.

Etapa 4:

Apropiación de la Hoja de Ruta.

Finalmente, toda hoja de ruta debe incorporar procesos de actualización donde pueda socializar sus avances a través de distintas actividades (talleres, entrevistas, encuestas). De esta forma se fortalece la cooperación y asociatividad, enriqueciendo la hoja de ruta ya que sus distintos proyectos e iniciativas se someten a precisiones, mejoras y complementariedades con otros actores.



2.3 COMPONENTES DE LA HOJA DE RUTA

Para el caso del Laboratorio Natural Subantártico, la hoja de ruta dispone de los siguientes componentes:

Áreas:

Las áreas corresponden al aspecto básico de un proceso de planificación relativo a la identificación de temáticas prioritarias de ser consideradas mediante diagnósticos y pueden expresar un primer producto de todo tipo de hoja de ruta. Las áreas corresponden a elementos generales (similares a los de instrumentos de planificación como Estrategias Regionales de Desarrollo o Innovación, entre otras) traducidos en ámbitos, lineamientos, áreas estratégicas y prioritarias en CTCl, o bien elementos con mayor delimitación como desafíos públicos y/o misiones en CTCl (Mazzucato, 2018).

Propuestas:

Las propuestas corresponden a hitos mayormente activos respecto a cómo las áreas pueden ser abordadas mediante acciones concretas que tiendan a darles solución total o parcial. En este caso, más que el nivel declarativo o diagnóstico, se espera que la hoja de ruta indique cuáles son las acciones necesarias que se deben impulsar el Laboratorio Natural Subantártico. En este nivel corresponden: I) los instrumentos vigentes del sistema nacional de CTCl, II) proyectos y programas de financiamiento regional, III) proyectos internacionales.

Estrategias:

Las estrategias se refieren a soluciones creativas y la generación de nuevas configuraciones institucionales que permitan el desarrollo y fortalecimiento del Laboratorio Natural Subantártico. Las estrategias comprenden procesos de articulación virtuosos de actores y el despliegue de capital social. En este sentido, las estrategias refieren a mecanismos que no necesariamente están presentes en los diagnósticos, en los instrumentos de financiamiento, sino que apelan a la manera en que se coordinan los actores para definir desafíos comunes y las formas que eligen para abordarlos.

Acciones:

Finalmente, las acciones son procesos intermedios de la hoja de ruta, corresponden a hitos que conducen a la identificación de áreas, propuestas y estrategias. Esto, en el entendido que las hojas de ruta deben considerar una programación de corto plazo (1 a 2 años), mediano plazo (3 a 5 años) y largo plazo (6 a 10 años), por ende, algunos componentes de la hoja de ruta requieren procesos intermedios que permitan la emergencia de actividades concretas.



2.4 ACTIVIDADES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE LA HOJA DE RUTA

La identificación de proyectos e iniciativas para la Hoja de Ruta incluyó dos grandes ejes de trabajo:



I. Propuestas en co-diseño con actores del territorio:

A partir de la información levantada durante todo el proyecto, fue posible identificar ideas, propuestas acciones y metas a partir de las siguientes instancias:

a) Entrevistas al equipo: se realizaron entrevistas a todo el equipo del proyecto durante la etapa 1 del proyecto, donde se abordaron tres dimensiones: a) Criterios de Laboratorio Natural Subantártico y los énfasis de la hoja de ruta, b) Aspectos prospectivos de la hoja de ruta y c) Prioridades de la hoja de ruta.

b) Revisión y análisis de artículos de prensa y documentación pública: se realizó entre agosto de 2021 y agosto de 2022, una revisión inicial de artículos de prensa publicados en medios electrónicos con referencia a desafíos y oportunidades con alguna referencia al Laboratorio Natural Subantártico o la macrozona austral. La búsqueda se centró en explorar las problemáticas presentes en el territorio, haciendo alusión a cuatro textos claves: problemáticas región de Aysén, problemáticas región de Magallanes, oportunidades región de Aysén y oportunidades región de Magallanes. También se analizaron documentos emitidos por organizaciones no gubernamentales, movimientos ciudadanos y medios de prensa independientes.

c) Entrevistas a actores del territorio: entre mayo y agosto de 2022 y junio y agosto de 2024, se realizaron aproximadamente 50 entrevistas a actores territoriales, entre los cuales se encontraban representantes del ámbito público, sector privado y de la sociedad civil.

II. Propuesta en co-diseño con equipo del proyecto:

En noviembre de 2022, enero de 2023 y agosto de 2025 se realizaron diversos talleres con el equipo de investigadores, profesionales y actores territoriales, destinados a elaborar y mejorar ideas y propuestas para la construcción de proyectos, iniciativas y acciones para el Laboratorio Natural Subantártico en relación con las áreas científicas y desafíos identificados en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.

III. Instancias de validación:

Durante octubre y noviembre de 2025 se presentó la Hoja de Ruta a Comité Técnico del Laboratorio Natural Subantártico, compuesto por representantes del sector público, privado, académico y de la sociedad civil, junto con ello, se realizaron encuestas para la validación y priorización de las propuestas de proyectos e iniciativas de la hoja de ruta. Las encuestas se aplicaron a tres grupos: a) El Comité Técnico del Laboratorio Natural Subantártico, b) Actores territoriales de la macrozona austral ligados a procesos de CTCi y c) El propio equipo ampliado del proyecto.

En las encuestas se consultó sobre la percepción sobre el nivel de relevancia y temporalidad que poseen todas las propuestas de la hoja de ruta.

IV. Detalle de procesos internos y actividades participativas construcción hoja de ruta:

A continuación, se presenta el detalle de procesos de gestión y el despliegue de actividades participativas, señaladas de manera general en el apartado anterior, realizadas durante los años 2024 y 2025 en el marco de la construcción de la hoja de ruta.

a) Talleres con equipo interno para la validación de Objetivos Estratégicos.

Con la finalidad de validar los objetivos estratégicos inicialmente propuestos para cada una de las 3 áreas estratégicas de la Hoja de Ruta, se desarrollaron 8 sesiones de trabajo con el equipo interno del proyecto. Para ello, el equipo fue organizado en tres grupos de trabajo, definidos a partir del perfil y área temática del equipo integrante del LNS. Las áreas abordadas corresponden a Ciencia Tecnología, Conocimiento e Innovación, Bienestar Social y Gestión Ambiental Local.

Se llevaron a cabo al menos 8 jornadas de trabajo desarrollan en modalidad online. En la primera jornada se presentó la propuesta y marco general al equipo en pleno, mientras que en las siguientes jornadas se realizó un trabajo específico con cada una de las áreas estratégicas. El principal objetivo de estas actividades fue recoger comentarios y adecuaciones a la propuesta inicial, orientada por la siguiente pregunta: *¿Qué aspectos debe incluir nuestro objetivo estratégico, para abordar y fomentar la CTCI a través del Laboratorio Natural Subantártico? ¿Con qué finalidad?*



A partir de las observaciones y propuestas recibidas, se elaboró una propuesta ajustada de objetivos estratégicos, otorgando de esta forma legitimidad y coherencia interna al proceso de planificación.

Tabla 1. Jornadas de trabajo validación de objetivos estratégicos Hoja de Ruta

ÁREA	FECHA Y HORARIO
TALLER HOJA DE RUTA EQUIPO INTERNO Presentación de Áreas estratégicas, objetivos estratégicos y metas	Martes 27 de mayo, 09:00 a 11:00 horas.
JORNADA DE RETROALIMENTACIÓN Grupo Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Sesión 1)	Miércoles 11 de junio, 14:00 a 15:00 horas
JORNADA DE RETROALIMENTACIÓN Grupo Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Sesión 2)	Miércoles 18 de junio, 14:00 a 15:00 horas.
JORNADA DE RETROALIMENTACIÓN Grupo Bienestar social (Sesión 1)	Lunes 09 de junio, 14:30 a 15:30
JORNADA DE RETROALIMENTACIÓN Grupo Bienestar social (Sesión 2)	Lunes 16 de junio, 14:00 a 15:00 horas.
JORNADA DE RETROALIMENTACIÓN Grupo Gobernanza local (Sesión 1)	Martes 10 de junio, 14:30 a 15:30 horas.
JORNADA DE RETROALIMENTACIÓN Grupo Gobernanza local (Sesión 2)	Martes 17 de junio, 14:30 a 15:30 horas.
Presentación de avances objetivos estratégicos de hoja (presentación en reunión de coordinación general)	Martes 08 de julio, 09:00 a 11:00 horas



b) Talleres participativos territoriales de la retroalimentación a la Hoja de Ruta

Durante los años 2024 y 2025 se llevaron a cabo talleres de participación con actores claves tanto de la región de Aysén como Magallanes, orientados a fortalecer el proceso de validación y retroalimentación del proceso.

En agosto de 2024 se realizan dos jornadas participativas: 13 de noviembre en Coyhaique y 20 de noviembre en Punta Arenas. En 2025, durante el mes de agosto, nuevamente se efectuaron 2 talleres participativos presenciales para la codiseño de la Hoja de Ruta en las regiones de Aysén y en la Región de Magallanes.

El objetivo de ambas actividades consistió en identificar acciones y establecer alianzas estratégicas para promover la actividad científica basada en las singularidades del territorio subantártico chileno, con alto impacto internacional y conectarla con los desafíos territoriales en CTCi en la macrozona Austral.



Registro Taller Hoja de Ruta 2025, Región de Aysén.



Registro Taller Hoja de Ruta 2025, Región de Magallanes.

c) Aplicación de encuesta de evaluación y priorización de iniciativas de la Hoja de Ruta.

En 2024, durante los meses de agosto y septiembre, se aplicó la encuesta “Actualización de Iniciativas de la Hoja de Ruta”, cuyo objetivo fue recoger información para actualizar las once iniciativas propuestas en ese entonces. Se obtiene un total de 27 respuestas que permitieron definir los territorios de acción de cada iniciativa, posibles fuentes de financiamiento, actores que podrían impulsar el desarrollo de las iniciativas y comentarios u observaciones respectivos.

Durante los meses de octubre y noviembre de 2025, se aplicó una encuesta denominada “Evaluación de relevancia y prioridad de iniciativas de la Hoja de Ruta del LNS”, diseñada como un instrumento de consulta participativa orientado a identificar la opinión de actores del ecosistema científico, técnico y territorial vinculados al LNS. Su objetivo fue recoger la opinión y valoración de la comunidad científica, técnica y territorial sobre las iniciativas que serán consideradas en la actualización de la Hoja de Ruta del LNS.

El aplicativo estuvo dirigido a tres grupos estratégicos asentados en las regiones de Magallanes y de la Antártica Chilena y la región de Aysén. Dichos grupos fueron definidos en función de su relación con el proyecto:

- Grupo 1: Comité técnico del proyecto, conformado por representantes de instituciones públicas, privadas, organizaciones vinculados a definir las orientaciones del LNS.
- Grupo 2: Equipo ampliado, integrado por personas que han participado en seminarios, talleres u otras actividades asociadas a las actividades del LNS.
- Grupo 3: Equipo interno del proyecto, compuesto por el equipo de profesionales que trabajan en el LNS.

Como resultado, se obtuvo la aplicación de 33 encuestas, un 24% perteneció al equipo interno, un 12% al comité técnico, y un 64% al equipo ampliado. Estos resultados permitieron fortalecer el proceso de priorización de iniciativas, considerando la mirada de actores diversos, contribuyendo a la pertinencia territorial del proceso.



Los **desafíos** en CTCI que enfrentamos

03

El presente informe tiene como finalidad actualizar los desafíos en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI), en el marco del proceso de planificación estratégica del Laboratorio Natural Subantártico (LNS)¹. Este informe es el resultado del trabajo realizado por el componente de Hoja de Ruta del LNS entre 2023 y 2025, considerando el análisis de documentos técnicos, entrevistas a actores clave del ecosistema, sistematización de avances del proyecto y discusiones sostenidas por el equipo ampliado.

El Laboratorio Natural Subantártico (LNS), tiene como propósito promover la actividad científica para el desarrollo del Laboratorio Natural Subantártico en la macrozona austral, a través de la articulación de una red colaborativa de actores del ecosistema de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación centrado en las cuatro subcategorías o ambientes subantárticos que se han identificado para operacionalizar la iniciativa: a) Fiordos y canales patagónicos, b) Glaciares andino-patagónicos, c) Bosques y turberas más australes y d) Estepa Fuego-Patagónica. Este proyecto es ejecutado desde la Universidad de Magallanes, en colaboración con la Universidad de Aysén, Universidad de La Frontera, Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia, el Centro Internacional Cabo de Hornos para Estudios de Cambio Global y Conservación Biocultural y Museo Regional de Aysén. De forma más específica, este informe pertenece al componente Hoja de Ruta del LNS, que corresponde a un proceso metodológico que permite a una organización, institución, territorio o, en este caso, a la iniciativa del Laboratorio Natural, administrar racional y estratégicamente determinados anhelos, objetivos y acciones en un corto plazo (1 a 2 años), mediano plazo (3 a 5 años) y largo plazo (6 años o más).

En este informe se abordarán los desafíos en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI) del LNS. Los desafíos son definidos como la relación que existe entre una debilidad, brecha u oportunidad de una organización, territorio o comunidad. Los desafíos deben tener fundamentación empírica, pero a la vez disponer de la validación de los actores

¹ Web del proyecto: <https://www.nodosubantartico.cl/>

que tienen relación con estos (SUBDERE-IDER 2016)². Los desafíos, corresponden a uno de los elementos más relevantes de las hojas de ruta, ya que permiten focalizar el proceso de focalización a temáticas que son consideradas con mayor relevancia. La identificación de los desafíos se realizó mediante un enfoque cualitativo de sistematización, centrado en los contenidos —discursos, propuestas, opiniones y hallazgos— que emergen desde la experiencia del proyecto y de sus actores clave. Para ello, se utilizaron como fuentes principales los documentos técnicos elaborados por el proyecto; las transcripciones de entrevistas realizadas a actores del ecosistema; los informes previos de sistematización del componente Hoja de Ruta, talleres participativos de hoja de Ruta y los comentarios del equipo ampliado del proyecto.

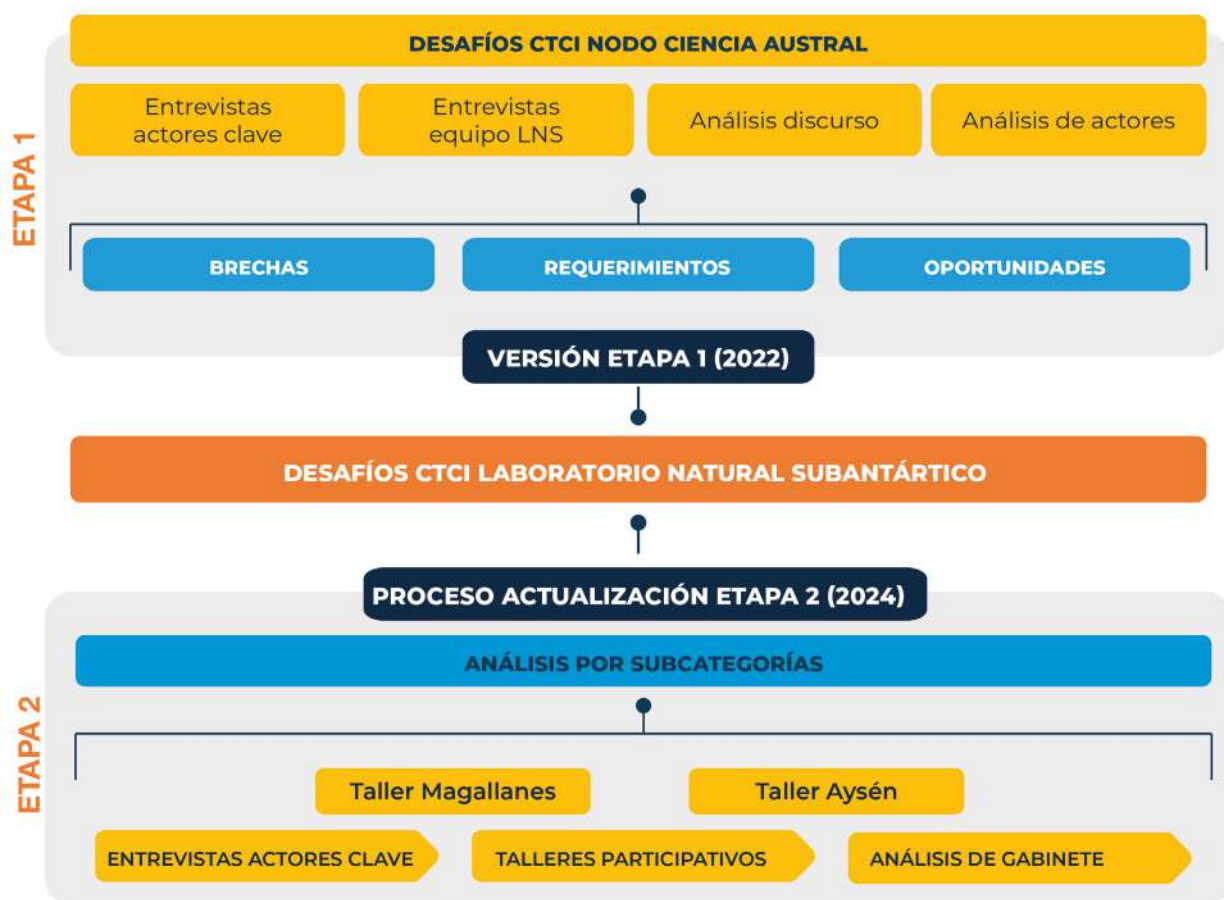
Los desafíos presentados en este informe no deben interpretarse como una declaración exhaustiva ni definitiva, sino como una aproximación situada a los principales obstáculos, oportunidades y tensiones que condicionan el desarrollo de una agenda científica en la macrozona austral, en diálogo tanto con los ambientes del Laboratorio Natural Subantártico como con los actores que habitan el territorio.

Como se puede reflejar en la figura 2, el proceso de identificación de desafíos comenzó en la etapa 1 del proyecto (año 2022) y su propósito fue identificar aquellos que son compartidos, pero considerando los avances realizados en el marco de la ejecución del proyecto Nodo Ciencia Austral. Para obtener esta primera versión de desafíos, las actividades realizadas fueron las siguientes:

- I) Aplicación de entrevistas al equipo del proyecto LNS.
- II) Realización de entrevistas a representantes del sector público, privado y de la sociedad civil de la macrozona austral.
- III) Realización de un análisis del discurso sobre medios de comunicación de la macrozona austral.
- IV) Realización de una caracterización mediante un mapa y análisis de actores y, como se señaló anteriormente.
- V) Se utilizaron como contexto los desafíos en CTCi identificados por la iniciativa Nodo Ciencia Austral³.

3 Para más detalles sobre estas actividades revisar sección de anexos.

Figura 2. Proceso Actualización Desafíos CTCi Laboratorio Natural Subantártico



En la actual etapa 2 del LNS, el propósito fue actualizar los desafíos en CTCi identificados en la etapa 1, pero considerando cómo se expresan o relacionan con los cuatro ambientes subantárticos que operacionalizó el Laboratorio Natural Subantártico en esta nueva etapa: 1) fiordos y canales, 2) estepa fuego-patagónica, 3) glaciares y 4) bosques y turberas. Para cumplir con este propósito, se realizaron las siguientes actividades:

- I) Se incorporaron los hallazgos generados por otros componentes del proyecto, fundamentalmente en lo que refiere al Diagnóstico.
- II) Se aplicaron entrevistas a más de 40 representantes de instituciones públicas, del sector privado, de la sociedad civil y académicas o generadoras de conocimiento en la macrozona austral.
- III) Se realizaron talleres participativos presenciales de Hoja de Ruta en las regiones de Aysén y en la Región de Magallanes y de la Antártica chilena.
- IV) Finalmente, todos estos resultados y hallazgos se trabajarán en análisis de gabinete, donde también se complementará con análisis cuantitativo y de información secundaria donde se consideraron instrumentos como las Estrategias Regionales de Desarrollo (ERD) de las regiones de Aysén y Magallanes y las Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo.

Cabe destacar que en el marco del Nodo Ciencia Austral se realizó una primera identificación de desafíos en CTCi para la macrozona austral, que corresponden a los más amplios y generales. No obstante, permiten otorgar contexto a los desafíos específicos identificados para el Laboratorio Natural Subantártico. En este sentido, en el presente informe se citan algunos de estos desafíos de acuerdo con su pertinencia con los desafíos específicos para la presente iniciativa.

Los resultados de la etapa 1, arrojaron ocho desafíos que, en la etapa de actualización, se estructuraron seis desafíos donde se hicieron las siguientes modificaciones: en primer lugar, se identificaron dos desafíos asociados al vínculo del LNS con actores sociales: desafío 3: ciencia, tecnología, conocimiento e innovación con actores locales y desafío 4: divulgación y apropiación social de la ciencia. Ambos se fusionaron en el desafío: Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana. Del mismo modo, los dos desafíos asociados al sector productivo: desafío 5: articulación con el sector productivo: fortaleciendo la sustentabilidad y desafío 6: impactos sectores productivos/actividades antrópicas, se



fusionaron en el desafío Sustentabilidad, sectores económicos y actividades antrópicas. La razón de realizar esto se debe a que se optó reunir, en un solo desafío, las temáticas referidas a la relación del LNS con la sustentabilidad de actividades económicas y antrópicas.

De esta forma, los desafíos en CTCi que se han identificado son los siguientes:

- **Desafío 1.**
Institucionalidad, gobernanza y capital social.
- **Desafío 2.**
Fortalecimiento de las capacidades en CTCi
- **Desafío 3.**
Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.
- **Desafío 4.**
Sustentabilidad, sectores económicos y actividades antrópicas.
- **Desafío 5.**
Cambio climático, sustentabilidad y medio ambiente.
- **Desafío 6.**
Pueblos originarios, conservación y CTCi.

Cada uno de los desafíos integra aspectos específicos que identifican amenazas a las singularidades y ambientes subantárticos, brechas y oportunidades que puedan orientar el accionar de la hoja de ruta, o bien, elementos críticos que han sido relevados por múltiples hallazgos del proyecto, ya sea a través de sus distintas etapas como el diagnóstico de capacidades, instancias de participación, entrevistas, reportes, avances. etc.

Finalmente, la identificación de desafíos permitirá estructurar la dinamización de la Hoja de Ruta para los proyectos, iniciativas y acciones, lo que releva la importancia que poseen los diagnósticos en la construcción de los procesos de planificación ya que la mera identificación de acciones sin considerar el contexto, brechas y capacidades que circundan el LNS puede implicar una hoja de ruta descontextualizada y con bajas posibilidades de ser implementada. La toma de decisiones respecto la priorización de acciones o iniciativas en el corto, mediano y largo plazo, se debe realizar, basado en evidencia empírica y acuerdos entre actores.



3.1. DESAFÍO 1. Institucionalidad, Gobernanza y Capital Social

Este desafío recoge distintas expresiones y elementos asociados al diseño institucional, el marco normativo y los procesos de gobernanza que inciden o afectan al Laboratorio Natural Subantártico. Uno de los anhelos expresados en este ámbito apunta a contar con una institucionalidad en la macrozona que se articule con la Seremi de CTCi, permitiendo un trabajo coordinado con un alcance territorial más amplio. Esta institucionalidad o estructura de gobernanza habilitaría la proyección, el mantenimiento y el monitoreo de actividades (como investigaciones y producción científica) a mediano y largo plazo. Lo anterior no implica necesariamente que el LNS deba constituirse como una figura institucional autónoma o separada de las universidades.

Entre las características atribuidas a este rol de articulación y colaboración con la institucionalidad pública, destaca el apoyo a la coordinación entre instituciones (públicas y privadas), actores locales y otros vinculados al LNS. Dicha coordinación permitiría dotar de mayor estabilidad administrativa y financiera a las actividades desarrolladas en el marco del quehacer del Laboratorio.

Este desafío se relaciona con varios requerimientos identificados por el Nudo Ciencia Austral para la macrozona. Sin embargo, el de mayor relación corresponde al desafío *Levantar propuestas de cambios, ajustes y/o nuevos instrumentos de fomento, programas de inversión y convenios de programación o acuerdos con los gobiernos regionales para la gobernanza descentralizada de la CTCI del eje "Políticas, instrumentos y normativas"*. En dicho planteamiento se señala que la macrozona austral está conformada por territorios y zonas geográficas particulares, lo que configura un contexto diverso y complejo. Un ejemplo de ello es la disparidad entre las prioridades de las políticas de desarrollo regional: en Aysén, el PIB creció a una tasa promedio anual de 5,74%, mientras que la inversión pública aumentó un 9,26%. En cambio, en Magallanes, el PIB creció a una tasa de 2,01% anual, y la inversión pública lo hizo en un 6,26%. La eficiencia del uso de la inversión pública también difiere: en Aysén, por cada 1% de incremento en inversión pública se genera un crecimiento de 0,6% del PIB, mientras que en Magallanes el mismo aumento de inversión solo genera un 0,3% de crecimiento del PIB.



Estas diferencias evidencian la necesidad de avanzar hacia una mayor autonomía en la gestión y aplicación de las políticas públicas, que permita diseñar una gobernanza descentralizada en CTCi, tanto en la gestión y administración de recursos como en su distribución y priorización. Esto facilitaría que la institucionalidad regional y las articulaciones macro zonales respondan de manera más efectiva a las prioridades y desafíos particulares de cada territorio. Reducir las brechas respecto al nivel nacional y, al mismo tiempo, fortalecer la competitividad de las regiones de la macrozona austral requiere de una política pública descentralizada, anclada en las particularidades de cada uno de los territorios que la componen.

La toma de decisión en consideración a los resultados derivados del quehacer en CTCi aparece como un elemento relevante en la macrozona. El LNS puede proveer de evidencias para abordar problemas sociales apremiantes según las características y particularidades de la macrozona (Aguilera y Larraín, 2021)⁴. Lo anterior permite contribuir en la descentralización de la toma de decisión, facilitando la generación de ciencia con pertinencia territorial.

De forma complementaria, el análisis del discurso y de percepciones, permitió identificar los ámbitos: participación y gestión del territorio, descentralización y solución de problemas, integración del LNS con instrumentos de planificación y la colaboración entre las ciencias y los sectores productivos.

La participación adquiere importancia, donde los distintos actores refieren a la necesidad de generar mecanismos que impliquen participar en la toma de decisión en diversos ámbitos, principalmente los asociados a los pueblos originarios de la zona, los que buscan avanzar en la participación y la autonomía, mediante instancias de gobernanza en torno a las áreas protegidas. Lo anterior no ha estado ajeno a críticas, entendiendo que muchas veces, ante proyectos de inversión en zonas de significación simbólica, consideran que no existen instancias de deliberación y/o consultas, o, en definitiva, son excluidos de las decisiones en este tipo de instancias.

4 Aguilera, J. M., & Larraín, F. (2021). Natural laboratories in emerging countries and comparative advantages in science: Evidence from Chile. *Review of Policy Research*, 38, 732–753. <https://doi.org/10.1111/ropr.12450>



En otro punto, se observa la necesidad de utilizar la CTCi para tomar decisiones en base a la utilización de grandes bases de datos mediante herramientas de Big Data, como también la búsqueda de mecanismos que integren al LNS con instrumentos de planificación como es el caso de las zonas de interés turístico (ZOIT), lo cual se visualiza como insumo importante para los gobiernos locales y regionales. Por último, existen requerimientos hacia las ciencias en materias de colaboración en el monitoreo de los procesos de los sectores productivos.

Entre algunos aspectos de este desafío que pueden orientar acciones más específicas en la Hoja de Ruta se encuentran los siguientes:

a) Incorporación de la dimensión de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCi) en la gobernanza macrozonal en CTCi:

Para fortalecer la gobernanza macrozonal en torno a la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación, resulta prioritario avanzar en la incorporación de ésta en los principales instrumentos de planificación territorial, tales como estrategias regionales de desarrollo, planes reguladores comunales y planes de desarrollo comunal, entre otros. Esta transversalización permitiría habilitar acciones de conservación integradas, fortalecer la pertinencia territorial de la investigación científica y aumentar la visibilidad y sostenibilidad de las decisiones basadas en conocimiento en el largo plazo. El diseño institucional de CTCi en los territorios está en un proceso de actualización dado por la presencia de SEREMIS en esta materia, que operan a nivel macrozonal y ahora, de forma paulatina, de manera regional. Sumado a ello, se están generando Comités Regionales de CTCi a nivel regional cuyo rol es asesorar a los Gobiernos Regionales. Además, las anteriores Estrategias Regionales de Innovación se están transformando en Estrategias de CTCi. Finalmente, está emergiendo la figura de los Nodos en CTCi y de los propios laboratorios naturales. En función de estos cambios, se espera que las estrategias, relaciones y funciones que asuman los distintos actores del sistema de CTCi de la macrozona austral, puedan incorporar en dicho diseño los ambientes subantárticos respecto a la dimensión en CTCi, para que así puedan disponer de una institucionalidad que facilite la ejecución de la Hoja de Ruta, especialmente en el mediano y largo plazo.

b) Gobernanza fragmentada en ambientes subantárticos:

Este aspecto se señaló para todos los ambientes, pero especialmente se hizo hincapié en fiordos y canales por su compleja geografía, sumado a la coexistencia de múltiples usos (acuicultura, navegación, conserva-



ción, turismo), ha generado una fragmentación institucional crítica. Existen al menos cinco agencias del Estado con atribuciones superpuestas en estas zonas (SERNAPESCA, SUBPESCA, DIRECTEMAR, MMA, CONAF), sin una plataforma coordinada de gestión científica ni ambiental unificada. Esta dispersión afecta la eficiencia operativa, vacíos normativos y conflictos de uso. La ausencia de una autoridad intersectorial para fiordos y canales impide avanzar en modelos de gobernanza del LNS que integren ciencia, conservación y desarrollo. La hoja de ruta debe promover la aplicación del principio de colaboración de las instituciones del Estado, a través de instancias que faciliten la coordinación territorial y el diseño de mecanismos de gobernanza adaptativa para la conservación de singularidades presentes en el LNS.

c) Brechas de coordinación científica:

Este aspecto también está presente en todos los ambientes subantárticos, pero fue abordado en las percepciones de los actores, mayormente para el caso de los glaciares. A pesar del alto interés científico por los glaciares del sur de Chile, no existe un sistema nacional o regional de gobernanza científica que coordine los esfuerzos en torno a estos ambientes. Los estudios se desarrollan de manera aislada, sin interoperabilidad de datos ni sinergias entre instituciones. Además, no hay claridad sobre los responsables de implementar políticas públicas basadas en evidencia sobre glaciares, lo que genera un vacío estructural en su gestión. Se requiere una institucionalidad o mecanismos de articulación, que coordine la ciencia, monitoreo, conservación y educación en estos territorios, con criterios compartidos y mecanismos de coordinación nacional y macrozonal.

d) Desigual presencia del Estado en los ambientes subantárticos:

La estepa, y los demás ambientes subantárticos, se caracteriza por una baja densidad poblacional, limitada cobertura institucional y escasa inversión pública en infraestructura científica y de servicios. Esta situación genera una asimetría estructural en la presencia del Estado, debilitando las capacidades locales para gestionar el territorio de forma sostenible y con base científica. La falta de representación territorial en instancias de planificación estratégica nacional y regional es también un obstáculo para consolidar el LNS como bien común. Fortalecer la presencia institucional del Estado es esencial para construir gobernanza territorial inclusiva y efectiva.



e) Falta de instancias de participación para comunidades locales y pueblos originarios:

La ciudadanía en general y las comunidades locales, pueblos originarios y actores rurales que habitan estos ecosistemas han sido históricamente excluidos de los procesos de toma de decisiones sobre ciencia y conservación. No existen mecanismos sistemáticos de participación ni instancias de gobernanza donde sus saberes sean reconocidos y articulados con la institucionalidad científica. Esto debilita el capital social del LNS y obstaculiza la construcción de legitimidad territorial. La hoja de ruta debe promover instancias de participación con enfoque intercultural, especialmente en territorios con presencia mapuche, kawésqar y yagán.

f) Vacíos del ordenamiento y planificación territorial:

Se señaló que, en varios instrumentos de planificación territorial, especialmente en los Planos Reguladores, no existen medidas que permitan proteger o generar mecanismos de protección en los ambientes subantárticos (donde se mencionaron fundamentalmente las turberas y humedales). Específicamente se indicaron como amenazas la expansión urbana (viviendas, caminos) donde se señaló que este fenómeno no necesariamente dialoga con la conservación de determinados ecosistemas. Al interior de la expansión urbana también se indicó el consumo de leña para calefacción, particularmente en Aysén, lo que afectaría las masas boscosas. Misma situación ocurre con la amenaza que tienen las turberas a causa de los drenajes que ocurren por la venta de parcelas. De forma complementaria, en las entrevistas también se indicó que no existen tantos vacíos sino una visión más economicista de las normativas, cuya orientación posee una racionalidad instrumental para actividades productivas, pero no para la sustentabilidad de los ambientes y ecosistemas.



El presente desafío refiere a la necesidad de impulsar procesos que permitan seguir fortaleciendo las capacidades en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación para la macrozona austral en relación al quehacer del Laboratorio Natural Subantártico. Los actores que participaron en el levantamiento de información (a través de entrevistas y talleres) percibieron lo relevante de implementar infraestructura y equipamiento científico habilitante para el trabajo inter y transdisciplinario, junto con la promoción de espacios de intercambio y colaboración entre actores e instituciones que participen de la generación de conocimiento. También se aludió a la necesidad de considerar fuentes de financiamiento nacionales y regionales para la generación de CTCi en torno a los ambientes subantárticos y sus singularidades. Junto con ello, se indicó que el desarrollo de las investigaciones, equipamientos y despliegue del LNS debe asegurar el menor impacto medioambiental posible en los territorios y sectores donde se ejecute. Se señaló la relevancia de formular políticas públicas que prioricen y fomenten la actividad científica para fortalecer y garantizar el desarrollo de iniciativas y capacidades científicas en la macrozona austral. Del mismo modo, se considera necesario vincular las agendas de investigación del LNS con políticas públicas ya existentes. De manera que esta formulación y vinculación de políticas públicas favorezca la toma de decisiones. En otro sentido, también se consideró valiosa la descentralización a la hora de pensar en políticas públicas, debido a las oportunidades que ofrece este escenario en los territorios.

Considerando los desafíos identificados por la iniciativa Nodo Ciencia Austral, para el caso del LNS se vincula con el *Fortalecimiento de condiciones habilitantes para el desarrollo del CTCi* del eje “Redes, articulación y colaboración”. En el Nodo Ciencia Austral se indicó que los indicadores de inversión pública permiten observar inconsistencias que dan cuenta de algunos de los problemas identificados en el diagnóstico respecto al desarrollo de la CTCi. Por ejemplo, entre 1980 y 1990 se observa una caída de la inversión pública en ambas regiones, esto en coherencia con el escenario económico internacional, lo que se ha venido a llamar como la década perdida para América Latina. Entre 1990 y 2000, existió un sistemático aumento de la inversión pública para ambas regiones, mucho mayor que en la década anterior. Entre 2000

3.2. DESAFÍO 2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCi



y 2010, se aprecia que la inversión pública fue mucho mayor en Magallanes que en Aysén, región que ve un estancamiento de sus indicadores respecto a la década anterior. Finalmente, en la última década, se retorna a un periodo en el que existe un aumento significativamente mayor en inversión pública para ambas regiones.

Uno de los hallazgos que describe el diagnóstico de capacidades de CTCi del Nodo Ciencia Austral es la débil infraestructura habilitante para la atracción y retención de capital humano avanzado en la macrozona. Aquello implica una debilidad para que el capital humano formado dentro y fuera de la macrozona, tome la decisión de desarrollar su trayectoria profesional y académica en el territorio. De este modo, uno de los principales desafíos definidos para la CTCi en el territorio, se relaciona con orientar los recursos con el propósito de mejorar las condiciones habilitantes para atraer y retener capital humano avanzado. Existe una oportunidad clave –entendiendo que el territorio ha podido gestionar inversión pública en la última década– en que los procesos de descentralización y la convergencia de instrumentos públicos, permita orientar los recursos hacia la resolución de debilidades tales como la infraestructura necesaria para el despliegue de la CTCi.

Respecto a los énfasis que, para este desafío, se identifican en el LNS, el análisis del discurso y de percepciones identificó tres ámbitos entre los que se encuentran: Capital Humano, Infraestructura e Inversión y Conocimiento, Investigación y colaboración.

La macrozona austral cuenta con una base significativa de capacidades científicas, técnicas e institucionales, desarrolladas a través de universidades regionales, centros de investigación aplicada, iniciativas de conservación y programas de formación de capital humano avanzado. Estas capacidades instaladas representan un activo estratégico para el fortalecimiento del Laboratorio Natural Subantártico, y su valorización es clave para el diseño e implementación de proyectos de investigación, innovación y conservación ambiental. La hoja de ruta deberá potenciar estas capacidades, integrándolas como pilares fundamentales en la consolidación del ecosistema de ciencia y tecnología en el sur austral.

Las universidades estatales de la macrozona austral, en particular la Universidad de Magallanes y la Universidad de Aysén, desempeñan un papel estratégico en el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas necesarias para el Laboratorio Natural Subantártico. Es



fundamental que estas instituciones continúen desarrollando programas de investigación con enfoque territorial y de sostenibilidad, especialmente en torno a los ambientes subantárticos. Asimismo, se identificaron oportunidades para impulsar programas de postgrado conjuntos –magíster y doctorado– con enfoque inter y transdisciplinario, en articulación con otras universidades regionales y nacionales. Además, resulta crucial promover prácticas investigativas que integren la colaboración con actores locales, el reconocimiento de saberes indígenas y la co-producción de conocimiento, contribuyendo así a consolidar una ciencia abierta, descentralizada y comprometida con los desafíos del territorio austral.

Existe coincidencia en que el capital humano es un elemento clave a la hora de desarrollar ciencia pertinente con las singularidades del territorio. Entre los aspectos centrales se identificó la búsqueda de estrategias coordinadas entre las universidades de la macrozona que permitan diseñar planes de formación en pre y posgrado, como también generar incentivos para atraer y retener el capital humano especializado con un enfoque local y regional. Lo anterior, implica generar las condiciones necesarias para que los profesionales desarrollen actividades académicas y de investigación y disminuir la fuga de capital humano calificado.

Por otro lado, la infraestructura aparece como otra oportunidad asociada principalmente a las políticas públicas, en el sentido de incentivar la inversión en CTCi en la macrozona. En este aspecto, la inversión sostenida y consistente a los desafíos, es fundamental para crear condiciones habilitantes, de gestión de información y datos que permita proyectar la creación de agendas de investigación, que a su vez incorpore la perspectiva de género en el mediano y largo plazo. Por último, el conocimiento, investigación y colaboración aparece como otra oportunidad a trabajar, principalmente a través del fortalecimiento de la investigación en las universidades regionales con programas que tengan continuidad y sostenibilidad en el tiempo. Estos programas de investigación deben incorporar además la puesta en valor de grupos que hacen ciencia fuera de la academia, principalmente los conocimientos indígenas y evitando lo denominado como “extractivismo académico”, que en su desarrollo involucren la coautoría comunitaria en temáticas como la conservación del patrimonio natural y cultural, elementos centrales para el Laboratorio Natural Subantártico. Por otro lado, se aprecian focos en investigación asociados a problemáticas como los impactos de los sectores productivos en el medio ambiente, la necesidad de realizar es-



tudios sobre la capacidad de carga del medio marino y el conocimiento de especies endémicas de la zona.

Cabe destacar, que una limitación transversal detectada es la ausencia de un diagnóstico articulado y compartido sobre las capacidades, brechas y oportunidades en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCi) a nivel macrozonal. Aunque existen avances parciales, como los diagnósticos sectoriales vinculados al desarrollo del hidrógeno verde en Magallanes, aún falta una visión integradora que reconozca la diversidad de áreas de investigación presentes en las regiones de Aysén y Magallanes. El fortalecimiento del Laboratorio Natural Subantártico requerirá impulsar procesos de diagnóstico integrales y participativos, que permitan visibilizar necesidades en sectores estratégicos como biodiversidad, cambio climático, conservación marina, agroecología, energías renovables, entre otros.

Entre algunos aspectos de este desafío que pueden orientar acciones más específicas en la Hoja de Ruta se encuentran los siguientes:

a) Lo subantártico como recorte parcial del sistema científico⁵:

Considerando los resultados del diagnóstico, el proyecto LNS no integra la totalidad de los actores que investigan sobre la región subantártica. Esto no responde a decisiones excluyentes, sino a un efecto estructural del modelo de financiamiento por concursabilidad, que conforma redes ad hoc para competir por fondos. Lo subantártico, entendido como laboratorio natural, es entonces una construcción parcial, condicionada por reglas del sistema CTCi y por configuraciones institucionales previas. Este fenómeno se replica en otros laboratorios naturales y sugiere que, ante la heterogeneidad territorial de las políticas, también las respuestas deben ser heterogéneas.

b) Infraestructura científica insuficiente:

Los ambientes subantárticos presentan desafíos logísticos extremos para la investigación, este aspecto en los talleres participativos se señaló mayormente en fiordos y canales, presentan dificultad de acceso, variabilidad climática y dispersión geográfica, careciendo de una red de estaciones científicas permanentes que facilite la instalación de estudios de largo plazo. La inexistencia de laboratorios móviles, puntos de apoyo logístico o infraestructura en islas y zonas remotas obliga a investigadores a depender de recursos externos o improvisar en condiciones

⁵ Correspondiente a la síntesis de resultados e insumos generados por Nodo LNS año 2022.

precarias. Una prioridad es establecer infraestructura científica básica (módulos de terreno, embarcaciones menores, comunicaciones satelitales) adaptada a las características de los fiordos y canales, en coordinación con centros regionales y universidades.

c) Brecha crítica en equipamiento especializado:

La investigación glaciológica en la zona sur de Chile enfrenta limitaciones significativas por la falta de equipamiento técnico avanzado. Este aspecto es común a todos los ambientes subantárticos, pero en los talleres participativos se reforzó con el caso de los glaciares, aludiendo que no existen suficientes estaciones automáticas de monitoreo, sensores de masa y balance, ni tecnologías geoespaciales aplicadas (drones, LIDAR, imágenes hiperespectrales) disponibles de forma permanente. Esta situación impide generar series de datos continuas y comparables en el tiempo. Invertir en equipamiento especializado —y en capacidades para su mantención y operación local— es fundamental para posicionar al LNS como polo de investigación de cambio climático a nivel global.

d) Oportunidades en la formación técnica para el trabajo científico en los ambientes subantárticos y particularmente en estepa:

Si bien históricamente la investigación científica en la macrozona austral ha privilegiado ciertos ambientes (como glaciares y ecosistemas marinos), el ambiente de estepa cuenta con una base importante de capacidades técnicas y profesionales instaladas. La Escuela de Agronomía de la Universidad de Magallanes, así como programas de formación técnica en áreas agrícolas y veterinarias del CFT Estatal de Magallanes, representan activos estratégicos para el trabajo científico y de innovación en este ecosistema. Fortalecer la articulación entre estas capacidades, promover su especialización en desafíos contemporáneos (como cambio climático, desertificación, conservación productiva) y visibilizar su contribución al desarrollo regional son tareas clave para el fortalecimiento del Laboratorio Natural Subantártico

e) Subutilización de capacidades instaladas en ambientes subantárticos:

Diversas instituciones han generado capacidades relevantes en estos ambientes, especialmente en ecología, biogeoquímica y manejo de carbono. Sin embargo, estas capacidades se encuentran subutilizadas,



desconectadas entre sí o poco articuladas a la toma de decisiones. No hay un sistema que permita visualizar y aprovechar el conocimiento acumulado ni que lo vincule a agendas estratégicas regionales o nacionales. La hoja de ruta debe proponer mecanismos de interoperabilidad de datos, cooperación técnica e integración de capacidades entre actores académicos, públicos y privados.

f) Escasa vinculación entre capacidades científicas y necesidades locales:

Existe una desconexión persistente entre la ciencia que se produce en el LNS y las prioridades territoriales, incluyendo desafíos socioambientales, económicos y culturales. Esta brecha limita la aplicabilidad de la investigación, la legitimidad del quehacer científico y su potencial para incidir en políticas públicas o soluciones locales. Se requieren instrumentos que fomenten proyectos con enfoque de pertinencia territorial, trabajo transdisciplinario y alianzas entre universidades, municipios, servicios públicos y organizaciones sociales. Desarrollar capacidades no solo implica formar científicos, sino también construir puentes con las comunidades del territorio.

g) Internacionalización segmentada y brecha de liderazgo nacional:

El análisis bibliométrico reveló una forma de “internacionalización segmentada”. Si bien un 60% de las publicaciones en temas subantárticos son lideradas por instituciones chilenas, aquellas lideradas por autores internacionales tienden a publicarse en revistas de mayor impacto. Esta situación pone en evidencia una brecha estratégica: se requiere fortalecer el liderazgo científico nacional en temas subantárticos, articulando los intereses locales con las preocupaciones globales sobre cambio climático, conservación y sistemas ecológicos extremos. Definir agendas de publicación que vinculen problemáticas territoriales con desafíos planetarios puede ser una vía para consolidar un liderazgo científico más robusto desde el sur austral⁶.

⁶ Esta información proviene de la síntesis diagnóstica mencionada anteriormente.

h) Mayor dotación de instrumentos de investigación sobre los ambientes subantárticos

Se propone que tanto ANID como los Gobiernos Regionales e instituciones públicas de la macrozona austral, puedan gestionar fondos e instrumentos de investigación dirigidos de forma exclusiva en los ambientes subantárticos, ya que los equipos de investigación que los abordan deben participar de convocatorias más generales (como Fondecyt o Fondef, por ejemplo) las que están destinadas a la CTCi de carácter nacional, más allá de las particularidades de los subantárticos. De forma complementaria a este aspecto, se señaló que dichos instrumentos no estén destinados de forma exclusiva a la academia, ya que en la macrozona austral existen organizaciones de la sociedad civil, mayormente ambientalistas, que igualmente se dedican a investigar y caracterizar estos ambientes subantárticos, fundamentalmente con propósitos asociados a la conservación.

A pesar de lo anterior, se señaló como necesario la generación de programas de postgrados de manera conjunta entre más de una universidad, sea de la macrozona austral o a nivel nacional, lo que facilitaría la conformación de equipos académicos de claustro que permitan sostener magíster y doctorados. Sumado a ello, también se indicó que dichos programas deberían tener un carácter interdisciplinario, en virtud que los ambientes subantárticos implican un trabajo articulado entre varias disciplinas y además con determinados componentes territoriales, dado que fiordos y canales, estepa fuego patagónica, glaciares, bosques y turberas poseen determinadas singularidades (características únicas) en la macrozona austral, situación que no puede estar ajeno en los contenidos y aproximaciones que posean los programas de formación.



3.3. DESAFÍO 3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana

Este desafío es de carácter general y aborda las oportunidades que posee el Laboratorio Natural Subantártico respecto a su contacto con actores del ámbito público, privado, sociedad civil y actores del sector científico de la macrozona austral. Este desafío tiene dos tipos de énfasis, el primero relacionado con los procesos de divulgación y socialización de los avances y resultados del LNS con el medio y, el segundo énfasis corresponde a la generación de conocimiento para abordar aspectos de relevancia pública o ciencia ciudadana.

Respecto al primer énfasis, refiere al acercamiento y contacto del LNS con la sociedad en ámbitos como la socialización y divulgación de la CTCi, particularmente del conocimiento generado en el LNS y los resultados logrados en el marco de la iniciativa. Esto se puede traducir en hitos periódicos de divulgación a distintos públicos, proponiendo una efectiva difusión/divulgación de los conocimientos, acciones y resultados de las investigaciones científicas y avances del LNS. De igual manera, se propone la realización de acciones focalizadas de divulgación orientadas a procesos educativos, en coordinaciones con establecimientos de educación, fundamentalmente en las comunas donde la iniciativa LNS se inserte.

Si bien este tipo de desafíos están presentes de manera transversal en la generación de CTCi en Chile, existen algunos énfasis que se aplican para la presente iniciativa. Considerando los desafíos identificados por la iniciativa Nodo Ciencia Austral, el presente se relaciona con el desafío de Articular un proceso de formación, valoración social y divulgación de la CTCi en todos los niveles del sistema educacional de la macrozona y extenderlo a la sociedad en general, del eje "Formación de Capital Humano". En dicha instancia se señaló que una de las inquietudes más recurrentes en los diálogos participativos dentro de la macrozona austral, fue la necesidad de aumentar la valoración social de la ciencia y sus aportes para la vida en el territorio. En esa lógica, se vislumbra como necesario, impulsar actividades que interioricen a las personas en los beneficios de la CTCi, fomentando la curiosidad científica dentro de la población. Bajo este marco, el contexto más propicio para iniciar este programa



es la etapa educativa en todos sus niveles, desde los más básicos, hasta los más avanzados.

Así, la incorporación de la CTCi en los contextos educativos debe considerar varias dimensiones, por ejemplo, mostrando la utilidad del método científico para describir el entorno y encontrar soluciones a problemas de la vida cotidiana, exponer los logros y avances que la humanidad ha logrado gracias a la incorporación de la ciencia y la tecnología en todos los ámbitos de la existencia, fomentar la elección de carreras relacionadas con la ciencia y poner énfasis en los aspectos éticos de la investigación científica, la creación tecnológica y su aplicación para solucionar problemas tanto a nivel local como global. Junto con ello, este proceso de fomento a la valoración social de la CTCi debe ser extensivo a todos los estamentos de la sociedad, para esto, deben planificarse distintos tipos de actividades como ferias científicas, conversatorios, espacios interactivos, etc.

Frente a este desafío, los actores locales representados, en esta oportunidad por funcionarios municipales de Aysén, Cabo de Hornos, Cisnes, Cochrane y Puerto Natales, concordaron en que uno de los mayores potenciales de colaboración entre el proyecto LNS con estas comunas estaría en el ámbito educativo. Para fortalecer este punto, es preciso recalcar que, en las entrevistas a actores del entorno, se presentaron distintas posibilidades de vinculación que el equipo del proyecto identificó como relevantes de implementar. Respecto a la pregunta: ¿Cuáles de ellas usted considera más relevantes respecto al quehacer de la institución que usted representa? La alternativa: b) Generar acciones de divulgación orientadas a distintos públicos, fue la segunda mayor indicada con 16 respuestas.

Entre algunas sugerencias planteadas por estos actores se encuentran:

I. Generación de información relevante para el ámbito local: se señaló la pertinencia de disponer información sobre los ecosistemas, biodiversidad, cambio climático y riesgos naturales de la macrozona.

II. Apoyo científico en la construcción de normativas: generación de información que permita enriquecer, construir los distintos instrumentos de planificación y normativas que conviven en el espacio comunal. En este punto se señaló que el caso de los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) muchas veces no incorporan actividades vinculadas a la CTCi y podrían constituir un aporte para el desarrollo comunal.



III. Generación de convenios y trabajo conjunto con Municipalidades: para desarrollar estas y otras actividades, los equipos municipales señalaron su disposición para establecer convenios de cooperación y disponer capacidades y soporte municipal para ello, por ejemplo, en materia de infraestructura y equipamiento para la realización de actividades, facilitar traslados, etc.

El segundo énfasis de este desafío corresponde a procesos que se asocian mayormente la “ciencia ciudadana” o generación de CTCi respecto a requerimientos u oportunidades de comunidades locales en temáticas de relevancia pública, promoviendo una democratización de la ciencia, donde exista un trabajo colaborativo de transferencia y difusión hacia y desde la ciudadanía, identificando, reconociendo y validando las problemáticas y necesidades de los territorios, teniendo en cuenta las particularidades de los distintos sectores, comunidades y organizaciones sociales, de manera que exista un involucramiento activo de la ciudadanía en los procesos de las investigaciones científicas.

La expresión de este eje corresponde a la generación de agendas de investigación locales, donde se promueva la inclusión de las particularidades del territorio en el desarrollo del quehacer científico, así como sus comunidades, instituciones y conocimientos locales de manera permanente. Para ello, primero es necesario realizar algún diagnóstico con el objetivo de identificar el estado actual de los territorios en términos de proyectos, iniciativas y problemáticas a nivel local. Otro componente señalado fue el desarrollo de protocolos de relacionamiento, donde se hizo énfasis en los procedimientos, metodologías y criterios necesarios para establecer una relación y comunicación efectiva con las comunidades y actores locales.

Una condición clave para fortalecer la apropiación social del conocimiento en el Laboratorio Natural Subantártico, es asegurar que la producción científica esté orientada a responder a necesidades y desafíos relevantes para las comunidades locales y los sectores productivos del territorio. La divulgación científica se vuelve más efectiva cuando el conocimiento tiene sentido para las personas, cuando aborda problemáticas sentidas, y cuando es capaz de conectar los resultados de investigación con los valores, aspiraciones y realidades del territorio. Promover una ciencia situada, con sentido social, resulta fundamental para construir vínculos de confianza, pertinencia y sostenibilidad entre la ciencia, la ciudadanía y el desarrollo local.



Considerando los desafíos identificados por la iniciativa Nodo Ciencia Austral, el presente se relaciona con el desafío Vinculación de la investigación científica con los territorios del eje "Redes, articulación y colaboración". En el Nodo Ciencia Austral se indicó la necesidad de fortalecer la vinculación de la ciencia con las necesidades del territorio. En Aysén, se demandó mejorar los vínculos entre la universidad y su entorno para impulsar procesos de innovación productiva, así como el fortalecimiento de centros regionales de investigación, orientados a responder a los desafíos que presenta el territorio. Del mismo modo, la Estrategia Regional de Desarrollo de Aysén, supone la necesidad de mejorar el encadenamiento productivo a través de la utilización de las capacidades científico-tecnológicas desarrolladas en el territorio. Por su lado, Magallanes, diagnosticó la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales en la formación de capital humano avanzado, como eje estratégico del desarrollo regional y, a su vez, generar circuitos de articulación eficientes entre la actividad vinculada a las ciencias básicas, la investigación aplicada, así como la innovación tecnológica. Todo ello, anclado a un enfoque de sustentabilidad y conservación de la biodiversidad. Así, la CTCi en la región es pensada como catalizadora de una visión de futuro territorial, en la cual a las regiones se las piensa bajo esquemas de desarrollo con una alta utilización de la ciencia y la tecnología, anclada bajo una visión de cuidado y protección de su entorno natural. De ahí que el desarrollo de un turismo sustentable y el desarrollo de las energías no convencionales, sean actividades económicas que ofrecen un gran potencial para mejorar la vinculación científica con el territorio.

Respecto a los énfasis que se identifican para este desafío desde el Laboratorio Natural Subantártico, el análisis de las entrevistas relevó la necesidad de contribuir a la valorización de áreas protegidas de la macrozona, resaltando su importancia y aportes que generan al territorio (por ejemplo, a través de la metodología de servicios ecosistémicos). También se recomendó que la elaboración de la agenda local de investigación sea construida en conjunto con los actores locales. Además, se resaltó lo pertinente de vincular la CTCi con problemáticas y oportunidades locales, donde se sugirió que la elaboración de líneas base de los ecosistemas presentes en las localidades sea una de las acciones de la agenda local. Se relevó la necesidad de generar estudios específicos como: a) adaptabilidad de especies en relación con el aumento de la temperatura global, b) absorción de gases efecto invernadero por la tundra, c) carbón azul en Puerto Edén, entre otros.



Por otra parte, también se sugirió como tarea que el LNS contribuya a fortalecer la identidad subantártica, de manera que la ciudadanía pueda conocer y valorar el territorio respecto a su fauna, flora, geología, geografía, historia, entre otros. De la misma forma, se sugirió la creación de mecanismos de articulación que favorezcan la inclusión en las investigaciones científicas aspectos de la visión y cosmovisión de los pueblos originarios que habitan los territorios.

Los tipos de actores locales identificados por su pertinencia para el quehacer del LNS fueron los siguientes: i. Organizaciones comunitarias, territoriales y funcionales, ii. Sindicatos, cooperativas y asociaciones, iii. Cooperativas, Asociaciones gremiales y otras organizaciones de productores locales y iv. Organizaciones No Gubernamentales. Cabe destacar que los actores del sector privado se encuentran abordados en el desafío 5: Articulación con el sector productivo: fortaleciendo la sustentabilidad, mientras que los actores relacionados con comunidades y asociaciones indígenas se encuentran en el desafío 6: Conservación, investigación y pueblos originarios.

En relación con las organizaciones comunitarias, territoriales y funcionales no indígenas, se identificaron las siguientes considerando posibles sitios piloto para el Laboratorio Natural Subantártico:

I. Laguna San Rafael: juntas de vecinos de Puerto Aguirre, Estero Copa y Caleta Andrade, de isla Huichas; Escuela de Kayak de Caleta Tortel y la Agrupación Social y Cultural de Caleta Tortel. Ambas organizaciones participan activamente además del programa “comunidades portal” impulsada por ONG PEW.

II. Río Palena: si bien este sitio pertenece a la comuna de Cisnes, las organizaciones de interés se concentran en la localidad de Puerto Raúl Marín Balmaceda, y entre ellas, destaca la Fundación Área Marina de Múltiples Usos Piti Palena-Añihue.

III. Isla Madre de Dios: no se dispone información respecto a organizaciones no indígenas con interés en el sitio, sin embargo, deberían considerarse a todas las organizaciones comunitarias con asiento en la localidad de Puerto Edén, en tanto “puerta de entrada” a la Isla Madre de Dios.

IV. Sitio Piloto Cabo de Hornos: la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos coincide en gran parte con la comuna homónima, cuya capital es Puerto Williams. Organizaciones comunitarias clave de la comuna, son las juntas de vecinos y el Comité Cultural de Puerto Williams,



Respecto a participación de actores como sindicatos, cooperativas y asociaciones gremiales de productores locales, el mapa de actores señaló que, en las regiones de Aysén y Magallanes, la proporción de empresas con sindicatos fue más bien baja, con 3,3% y 4,4 %, respectivamente. De especial relevancia resultaron, en el ámbito marítimo, los sindicatos de pescadores, los que corresponden a sindicatos de trabajadores independientes compuestos por armadores y pescadores dedicados a la pesca artesanal que han sido clave en movimientos sociales, como por ejemplo el movimiento “Tu problema es mi problema”, que generó cortes de ruta y paralización laboral en Puerto Aysén en el año 2011. En los últimos años, los sindicatos de pescadores de la región de Aysén han sostenido un conflicto con los gobiernos, debido a la política de “zonas contiguas”, que permite a la flota pesquera de la región de los Lagos ingresar a Aysén a extraer cuotas de erizo y otros recursos. Por último, un grupo de organizaciones de pescadores de la región de Aysén se han aliado con comunidades indígenas, promoviendo el establecimiento de Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios, como solución a problemas como la pesca ilegal, la contaminación y externalidades negativas del sector.

El mapa de actores permitió identificar cooperativas de pescadores, como la Cooperativa de Desarrollo Productivo, Educacional y de Medioambiente de Isla Huichas CODEMAIH, y la Cooperativa Regional por Los Fiordos y Archipiélagos de Aysén CORFAPA. Estas cooperativas ligadas al mundo pesquero en la práctica comparten intereses con los sindicatos de pescadores. Junto con ello, dado que las áreas de pesca abarcan por completo el maritorio de cada región, se deben considerar como relevantes todas las organizaciones relacionadas con la pesca en ambas regiones. CODEMAIH y CORFAPA, son parte de la alianza suscrita entre pescadores y comunidades indígenas del litoral de Aysén, en apoyo al establecimiento de los ECMPOs, en busca de una gobernanza compartida del maritorio.

Respecto a la participación de Organizaciones No Gubernamentales con interés e involucramiento en el territorio, el mapa de actores permitió conocer las ONGs de carácter nacional e internacional presentes en la macrozona, la mayoría de ellas con intereses en el ámbito de la conservación como PEW, WWF, Rewilding Chile, entre otras. También existen ONGs que han nacido y desarrollan su labor principalmente dentro del territorio. Este es el caso de ONG Aumen (Coyhaique), Fundación Omora (Puerto Williams) y Fundación Melimoyu, entre otras. Por otra parte, existe un consorcio de nueve ONGs que han conformado la iniciativa



Patagonia Mar y Tierra, con el objetivo de “contribuir a la conservación marino-terrestre de la Patagonia Chilena en beneficio de sus habitantes”.

A pesar de que la mayoría de las ONGs de Conservación tienen una mirada macrozonal, resulta especialmente importante considerar a las ONGs locales en el ámbito de cada región. Para el sitio piloto Delta del Río Palena, se debe considerar especialmente a la Fundación Área Marina Protegida Piti Palena - Añihue; y para el sitio Piloto Cabo de Hornos, a la ONG Omora. Otras ONGs regionales son AUMEN y Aysén Mira el Mar, ambas de la región de Aysén. Adicionalmente, una iniciativa muy relevante es el programa “Comunidades Portal” que busca potenciar la relación de las comunidades locales en zonas cercanas a áreas protegidas o de alto valor de conservación. Todas estas ONGs y programas son de alto interés potencial para el LNS ya que en conjunto proponen una mirada de desarrollo macrozonal basada en la conservación, transitando desde perspectivas clásicas de conservación, a una mirada más biocultural, es decir, que considera el valor del habitar humano, en busca de un equilibrio que permita la conservación.

Conocidos algunos actores de interés, es de relevancia los resultados del análisis del discurso y de percepciones, el que identificó las siguientes categorías para el presente desafío: a) vinculación ciencia con los pueblos originarios, b) vinculación regional con sectores estratégicos, c) baja vinculación de la ciencia y el impacto de las políticas con actores del territorio y, por último, d) la implementación de proyectos de ciencia abierta como forma de generar fortalecimiento en la comunidad.

En este desafío, un elemento de tensión identificado correspondió a la relación con los pueblos originarios, principalmente en torno a la participación en la gestión de las áreas protegidas y sus espacios de significación simbólica. Además, existen desafíos en las ciencias en torno a las prácticas científicas e inclusión de los conocimientos, cosmovisiones y prácticas de conservación indígenas, los que deben protegerse e incluirse en la investigación. Lo anterior establece la necesidad de diseñar modelos de abordaje en investigación que sean participativos y con base en la comunidad.

Por último, se visualizó como una oportunidad el diseño de estrategias de divulgación científica para acercar la ciencia a la comunidad y también conectar las capacidades en CTCi existentes con sectores econó-



micos como el turismo. Además, se considera apropiado articular el LNS con las zonas de interés turístico como insumo para los gobiernos locales y regionales para el diseño de políticas que puedan integrar los aprendizajes y evidencias del LNS. Una oportunidad que puede permitir mejorar los canales con la academia y la investigación el desarrollo de proyectos de ciencia abierta para mejorar el acceso al conocimiento de distintos grupos de interés, como también a las organizaciones de la sociedad civil.

Entre algunos aspectos de este desafío que pueden orientar acciones más específicas en la Hoja de Ruta se encuentran los siguientes:

a) Ausencia de dispositivos de divulgación en ambientes subantárticos:

El acceso a los ambientes subantárticos, donde se ejemplificó en las entrevistas y talleres participativos con los glaciares de la zona austral (como el Pío XI, Tyndall o Grey) está mediado por actividades turísticas, pero existe una notoria falta de dispositivos de divulgación científica accesibles para visitantes y comunidades cercanas. La ausencia de señaléticas interpretativas, centros de información, guías con formación científica o experiencias educativas limita el potencial de apropiación del conocimiento generado en estos entornos. Una línea prioritaria es el diseño de dispositivos pedagógicos y multimediales en sitios clave, que conecten ciencia, paisaje y educación ambiental.

b) Invisibilización del conocimiento local:

Las comunidades que habitan y recorren los ambientes subantárticos poseen un conocimiento profundo de estos territorios, muchas veces transmitido oralmente. Sin embargo, este saber no ha sido reconocido ni integrado a los relatos científicos ni a las estrategias de divulgación existentes. En los talleres participativos y entrevistas, esto se ejemplificó con los fiordos y canales, donde el conocimiento sobre este ambiente subantártico también está presente en actores como pescadores artesanales, navegantes, pueblos originarios. En este sentido, la hoja de ruta debe proponer metodologías participativas que valoren el conocimiento local, como cartografías colaborativas, bitácoras de navegación o proyectos de etnociencia que conecten la experiencia de vida con el conocimiento científico de ambientes subantárticos.



c) Déficit de programas de educación científica:

La estepa ha estado históricamente marginada de los circuitos de divulgación científica, a pesar de su relevancia ecológica y territorial. Las escuelas rurales en estas zonas no cuentan con materiales pedagógicos adecuados, visitas científicas o experiencias de ciencia en terreno. Se requiere el diseño e implementación de programas específicos de educación científica para contextos rurales australes, incorporando contenidos del LNS y enfoques adaptados a realidades locales. Estos programas pueden incluir ciencia ciudadana escolar, excursiones con investigadores, módulos para docentes y kits pedagógicos. Cabe destacar, que este fenómeno es extrapolable a los demás ambientes subantárticos.

d) Subrepresentación de bosques y turberas en narrativas científicas públicas:

Estos ambientes cumplen un rol crucial como sumideros de carbono y refugios de biodiversidad, pero son poco conocidos fuera del ámbito académico. En medios de comunicación, museos y espacios educativos, su presencia es marginal en comparación con glaciares o fauna emblemática. Esta subrepresentación reduce su valorización social y debilita la presión pública para su protección. Una estrategia clave es incluir a bosques y turberas como protagonistas en productos de comunicación científica (documentales, exposiciones, podcast, literatura infantil), enfatizando sus funciones ecosistémicas y su belleza singular.

e) Falta de articulación de proyectos de ciencia ciudadana:

Apesar del creciente interés por iniciativas de ciencia ciudadana, los proyectos en el LNS han sido puntuales, desarticulados entre sí y con escasa proyección territorial. No existe una red regional ni nacional que coordine estos esfuerzos, comparta metodologías o sistematice resultados. Esta dispersión limita el impacto, la sostenibilidad y la visibilidad de estas iniciativas. La hoja de ruta debe incluir la creación de una plataforma regional de ciencia ciudadana que articule proyectos en distintos ambientes subantárticos, fomente la formación de facilitadores y genere indicadores de participación e impacto social.



Este desafío aborda de manera general la necesidad de acercamiento entre el LNS y el sector productivo mediante dos tipos de aproximaciones. La primera corresponde al proceso de articulación virtuosa entre las investigaciones científicas en sectores productivos, considerando pequeña, mediana y gran empresa. La segunda refiere a la relación que posee el quehacer del LNS en torno a los ambientes subantárticos, con los impactos socioambientales que pueden generar determinadas actividades productivas.

En primer lugar, respecto a las posibilidades de articulación del LNS con el sector productivo, el análisis realizado reflejó mayores oportunidades de vinculación con el sector turístico. Ejemplo de ello refiere a las Zonas de Interés Turístico, de manera que las acciones impulsadas por el proyecto de LNS no impliquen un detrimento al medioambiente. También se recoge la necesidad de que el LNS pueda vincularse a otros sectores y actividades productivas como las industrias creativas, procesos de divulgación científica, entre otras. En este aspecto, se recogen las perspectivas que proponen involucrar otros sectores, actividades y actores de la sociedad con las acciones del proyecto LNS, estableciendo así una gobernanza que articule las diversas acciones.

Cabe destacar que este desafío se relaciona con al menos tres desafíos identificados en el Nodo Ciencia Austral para la macrozona:

1. Con el desafío *Definición de planes de desarrollo científico-tecnológico asociado a la industria con universidades regionales*, del eje "Investigación e innovación" donde se señaló que una de las características que comparten ambas regiones es la baja innovación implementada en las empresas pequeñas y grandes, esto debido principalmente a que este tipo de empresas suelen estar relacionadas a economías de enclave, con poca relación territorial a nivel local y con innovaciones que se traen de fuera y no se construyen con los actores presentes en la macrozona. En ese sentido, se requiere que las unidades locales encargadas de la innovación fomenten la relación entre los distintos tipos de empresa y las universidades regionales para promover dos objetivos: aumentar la tasa de innovación de las empresas presentes en la macrozona austral y generar un contexto proclive a la innovación orgánica, en que

3.4. DESAFÍO 4. Sustentabilidad, sectores económicos y actividades antrópicas



las relaciones entre empresa y universidad tiendan a consolidarse como algo cotidiano que pueda ser aprovechado por ambos actores y la comunidad en general.

2. Con el desafío *Priorización sectorial para crecimiento, transformación productiva basada en la CTCi y/o creación de nuevos sectores*, del eje "Políticas, instrumentos y normativas". En dicha instancia se señaló que los sistemas regionales de innovación se encuentran en una sistemática tensión respecto a la débil articulación existente entre capacidades científicas desarrolladas y necesidades socioeconómicas del territorio. En los distintos instrumentos que contienen las estrategias regionales (Estrategias de Desarrollo Regional para Aysén y Magallanes), se indica que la desconexión entre sector productivo y ciencia es transversal. Es decir, existen escenarios regionales en los cuales tanto las pequeñas y medianas empresas, así como las del sector industrial como las de servicios, tienen dificultades para acceder a instrumentos de fomento al desarrollo científico y tecnológico. Del mismo modo, los diagnósticos realizados en el marco del diseño de los mencionados instrumentos de planificación, se indica que los sistemas de transferencia de conocimiento y tecnologías son débiles o encuentran serias dificultades en la consecución de sus propósitos. Además, desde el Nodo Ciencia Austral se indicó que la macrozona austral atraviesa por una controversia que articula los debates en torno a los modelos de desarrollo. De un lado existen modelos de desarrollo diseñados a partir de una aplicación intensiva en ciencia y tecnología, orientada a la resolución de problemas de sectores económicos sustentables con el medio ambiente, frente a modelos de desarrollo tradicional, en la cual rubros como la industria manufacturera o el sector extractivista, tienden a ser prioridades para pensar los modelos de desarrollo regional. Así, este desafío se plantea la idea de fortalecer un modelo de desarrollo en el cual el crecimiento y la transformación productiva se encuentren anclados a intensivos usos de la ciencia, la tecnología y la innovación, de modo tal de cambiar las infraestructuras productivas regionales, fomentando el crecimiento de nuevos sectores estratégicos que incluyan dentro de sus modelos productivos la sustentabilidad, la protección del medio ambiente y la innovación productiva.
3. El Nodo Ciencia Austral identificó el desafío: *Agendas de investigación focalizadas en análisis de impactos y efectos socioambientales y en consecuencias para el turismo*, perteneciente al eje "Investigación e



innovación”, donde se señaló que, en términos generales, la macrozona austral suele conceptualizarse como un laboratorio natural en muchos sentidos, uno de los cuales es un espacio privilegiado para observar las consecuencias del cambio climático en ecosistemas únicos en el mundo. En el mismo sentido, la macrozona dispone de muchos entornos catalogados como atractivos naturales, cuya revalorización durante los últimos 15 años ha devenido en el fortalecimiento del turismo como una actividad económica relevante. Si bien, en el informe de desafíos del Nodo Ciencia Austral se señala que, aún está lejos de convertirse en eje económico para la macrozona, es cierto que en ambas regiones se destaca un enorme incremento de la llegada de turistas en las últimas décadas. En Aysén el mayor despegue fue fundamentalmente entre los años 2010 y 2015, mientras que en Magallanes ocurrió entre 2005 y 2010. En 2017 Aysén concentró el 2,07% del turismo a nivel nacional, mientras que Magallanes participaba con un 4,4%. Con respecto a las visitas de parques nacionales administrados por CONAF, Aysén concentró un 4,4% de las visitas nacionales, mientras que Magallanes un 15,8%, número alto considerando el promedio nacional.

Como se puede observar, la actividad turística ha ido tomando relevancia durante los últimos años, situándose en un punto clave para el desarrollo de la macrozona, pues, corresponde a una actividad económica en ascenso, al tiempo que es particularmente vulnerable a los efectos en los territorios derivados del cambio climático. Sobre esta base, es imperativa la generación de una agenda de investigación que permita conocer las transformaciones asociadas a este fenómeno global y la manera en que afectan a la actividad turística, con el objetivo de emprender acciones tendientes a fortalecer estas actividades frente a un contexto climático cada vez más adverso. Ahora, para el caso del LNS en relación con este desafío, se señaló la necesidad de generar instancias de colaboración científica con otros actores del territorio, por medio de una mesa de trabajo para desarrollo de CTCi en actividades económicas, ya sean de emprendimientos, pequeña, mediana y gran empresa, mediante la construcción de agendas científicas-productivas.

Como se indicó anteriormente, en el proceso de construcción de estos desafíos, las personas entrevistadas pudieron conocer las distintas oportunidades de vinculación que el equipo identificó como relevantes de implementar. Respecto a la pregunta ¿Cuáles de ellas usted considera más relevantes respecto al quehacer de la institución que usted



representa? La alternativa: a) Considerar el impacto de actividades económicas, fue la que obtuvo mayor preferencia con 17 respuestas. En las entrevistas se mencionaron iniciativas que permiten la sinergia entre la ciencia y la actividad de turismo en la región de Magallanes tales como: diplomados, talleres dictados por científicos para formación de guías, destinados a mejorar la calidad de la experiencia y relato de los guías de turismo, junto con entregar herramientas para impulsar un turismo responsable en la macrozona austral, y particularmente en las comunas asociadas a sitios piloto. La idea de Turismo Sustentable nace a comienzos de la década de los 90' como reacción al impacto ambiental que provocan los turistas al viajar, este concepto se definió, primero, como aquel que mantiene el equilibrio entre los intereses sociales, económicos y ecológicos. Luego, la Organización Mundial de Turismo daría una definición algo más precisa: abarca las repercusiones actuales y futuras no sólo de los visitantes, sino de la industria, del entorno y, especialmente, de las comunidades anfitrionas (FEDETUR, 2022)⁷.

La segunda aproximación de este desafío corresponde a los impactos socioambientales que puede generar este tipo de actividad, en el caso del Nodo Ciencia Austral en relación con el impacto de sectores productivos y actividades antrópicas se señala lo siguiente:

1. La relación con el desafío: *Puesta a disposición de información y conocimiento respecto de principales debates, conflictos y controversias*, del eje "Redes, articulación y colaboración" donde se identificaron espacios controversiales para cada región que integra la macrozona austral. Cabe destacar que un espacio controversial supone al menos un grado de divergencias respecto a los impactos que tiene una actividad o un rubro en el territorio, en algunas dimensiones tales como el medio ambiente, el desarrollo económico, la dimensión social, etc. Para Aysén se detectaron cuatro espacios controversiales relevantes: i. La exploración minera grupo Laguna Gold en sectores Terrazas-Santa Teresa y Katterfel, ii. Floración de Algas Nocivas canales Jacaf y Puyuhuapi, iii. El Proyecto de exploración minera de oro y plata "Los Domos", iv. Extracción de musgo Sphagnum o pompón (Turbera). En el caso de la región de Magallanes se identificaron como espacios controversiales más relevantes: i. Salmonleaks, ii. Mina Invierno-Isla Riesco, iii. Isla Guarello -Extracción de Caliza-Derrame de Combustible Mar Abierto iv. Impactos de la decisión de la provincia de Tierra del Fuego (Argentina) de prohibir

7 Fedetur: "Turismo Sustentable, suena bien, pero ¿Qué es?" (2022) https://fedetur.cl/20893/fedetur_en_la_prensa/turismo-sustentable-suena-bien-pero-que-es/

la Salmonicultura y sus implicancias en la región de Magallanes; v. Instalación de la industria de Hidrógeno verde y derivados. La mayoría de las controversias identificadas en el diagnóstico refieren al impacto negativo sobre los ecosistemas terrestres y marinos en el territorio. Las áreas que más se repiten son la acuicultura y la minería. Este escenario muestra que al interior de las regiones se despliegan una cadena de controversias articuladas principalmente a los posibles riesgos provenientes de actividades económicas claves para la macrozona. De este modo, se hace necesario un mecanismo que permita procesar este tipo de conflictos permitiendo anteponerse a escenarios riesgosos en términos ecológicos y sociales. Una de las formas que se visualiza como respuesta a este escenario, es la posibilidad de diseñar una plataforma que permita poner a disposición información relevante y conocimientos que funcionen como insumos para construir espacios de diálogos informados y basados en evidencia empírica. De este modo, se pueden procesar institucionalmente ciertos espacios que podrían preverse como conflictos, así como también, aportar a una mejor regulación de actividades que, de no mejorar en sus procesos, pueden poner en riesgo los ecosistemas.

2. El segundo desafío relacionado corresponde a: *Articulación y definición de programas con fuerte énfasis territorial en el análisis y gestión de la CTCi considerando impactos de las actividades extractivistas, del eje "Redes, articulación y colaboración"*. En dicho desafío se señaló que sectores económicos en 2019 como la pesca, minería, industria manufacturera, y los servicios personales, son algunos de los sectores que más destacan con relación a porcentajes del PIB. Uno de los ejemplos estudiados es el caso de la minera australiana Laguna Gold, compañía que ingresó a SEIA tres proyectos de exploración minera donde la Comisión de Evaluación Ambiental aprobó los proyectos: Terrazas, Katterfeld y Santa Teresa, la que incluyó 300 plataformas de sondaje en tres comunas de la región de Aysén (Lago Verde, Coyhaique y Río Ibáñez). Parte de la comunidad señaló los posibles impactos negativos de la exploración y explotación minera, afectando cuerpos de agua como la cuenca del Lago General Carrera. Se han realizado 414 solicitudes para exploraciones mineras, las cuales cubren aproximadamente 144,472 hectáreas que se distribuyen entre ambas regiones. A esto se debe sumar que los proyectos que se encuentran en tramitación tienen por objetivo la



explotación en áreas de conservación o que contienen un rico ecosistema. A partir de este contexto, se hace necesario que se articulen programas que contengan una fuerte impronta territorial, lo que permita observar situaciones que afectan directamente a las regiones. La CTCi, por lo tanto, es visualizada como una fuente estratégica importante de información que permita entablar debates públicos informados, a su vez que permitan la toma de decisiones basada en evidencia. De esta manera, el procesamiento de conflictos o controversias puede ser acompañado o informado sobre la base de los antecedentes o resultados de las capacidades científicas existentes en el territorio.

3. Finalmente, este desafío se relaciona al indicado por el Nodo Ciencia Austral: *Apoyo a la conformación a una gobernanza ambiental, científica y ciudadana regional y macro regional de análisis, resguardo, protección y gestión de conflictividades y controversias, del eje "Políticas, instrumentos y normativas"*. En dicha oportunidad se señaló que, en el diagnóstico socioeconómico realizado en Aysén y Magallanes, la estructura sectorial del PIB en el año 2019, para la región de Aysén destacaron los sectores vinculados con la Pesca (29,62%), la Administración pública (14,3%), Servicios personales (12,8%) y Transporte, información y comunicaciones (10,2%). Para Magallanes, los sectores que destacan son la Industria manufacturera (22,11%), Administración pública (10,63%), seguida de Servicios personales (10,44%), Transporte, información y comunicaciones con un 10,33% y, finalmente Servicios financieros y empresariales (10,16%). Esta estructura económica denota que existen rubros que corren el riesgo de generar controversias o conflictos socioambientales por la naturaleza de sus actividades, ejemplo de esto es el sector pesquero y la industria manufacturera. Aquello supone necesariamente fortalecer las regulaciones y su aplicabilidad a los contextos locales y regionales, a través de la conformación de una institucionalidad que observe, monitoree y analice las distintas actividades económicas que se despliegan en el territorio, posibilitando el desarrollo económico junto con el resguardo del medioambiente. De este modo, una institucionalidad diseñada para entregar una gobernanza ambiental al territorio podría procesar efectivamente potenciales conflictos socioambientales. En la medida que exista una institucionalidad encargada de monitorear el escenario socioeconómico y ambiental, se pueden anticipar posibles riesgos sociales, ambientales y económicos, armonizando el desarrollo social, económico con el cuidado y protección del medio ambiente.



Para el caso del LNS, el análisis del discurso y de percepciones permitió identificar los siguientes ámbitos: industria salmonicultura, la debilidad de marcos normativos e instrumentos de planificación, explotación indiscriminada de especies claves, gobernanza para gestionar conflictividad y el hidrógeno verde. Estos impactos, como se mencionaba en puntos anteriores, son factores desencadenantes de conflictividad entre distintos actores de la macrozona, asociadas principalmente a la expansión de la industria acuícola y su localización en áreas de conservación. Al respecto, la legislación en materias de concesiones acuícolas ha mostrado problemas en la ley principalmente en la regulación y fiscalización por parte de la institucionalidad en materia ambiental y conservación, teniendo como consecuencia el aumento de la judicialización de las causas ambientales en la macrozona. Lo anterior no solo con la salmonicultura, sino también con la extracción de turberas (lo cual tiene consecuencias principalmente en la reducción de la cantidad de agua almacenada, afectando el hábitat de diversas especies en la Patagonia), la desregulación en torno a los loteos y parcelaciones, la inexistencia de una planificación que permita mitigar el aumento de los residuos domiciliarios producto de la actividad turística y la percepción de ausencia de instrumentos de planificación territorial. Lo anterior no solo se genera en este tipo de industrias o actividades de tipo extractivas, sino que, considerando el análisis de medios y la realización de entrevistas, también estarían presentes en las llamadas energías limpias o alternativas como el hidrógeno verde, donde es necesario generar las condiciones para su habilitación, principalmente con proyectos energéticos como aerogeneradores, lo que también ha sido foco de controversias, principalmente por los impactos y la muerte de aves al verse afectadas sus rutas migratorias.

Como oportunidad, se aprecia la necesidad de implementar mecanismos de gobernanza multinivel que permita gestionar la conflictividad entre el Estado/sector privado, sociedad civil, pueblos originarios como espacio para una gestión conjunta y responsable de los recursos y patrimonio natural de la macrozona.

Entre algunos aspectos de este desafío que pueden orientar acciones más específicas en la Hoja de Ruta se encuentran los siguientes:

a) Impactos negativos de sectores económicos y actividades productivas:

Otra amenaza relacionada a este desafío corresponde a los impactos que genera en los ambientes subantárticos, el funcionamiento de determinados sectores económicos donde se mencionaron de manera



específica, la pesca y salmonicultura por sus impactos ambientales en glaciares, fiordos y canales donde algunos aspectos señalados serían los residuos pesqueros (aceites, plásticos, entre otros), el tráfico marítimo, pesca ilegal y sobrepesca. La actividad turística desregulada que igualmente, en la percepción de las personas entrevistadas, tendría efectos negativos en todos los ambientes subantárticos. La ganadería extensiva, no planificada, por sus efectos en la estepa fuego patagónica. Misma situación con el sector forestal por sus impactos en el bosque nativo y su biodiversidad asociada. También se mencionan los productos forestales no madereros, es decir, productos asociados a los bosques, pero que no corresponden a madera sino más a bien a productos como hierbas medicinales, corteza, hongos, frutos silvestres, entre otros. La amenaza asociada a esta actividad se vincula más bien a la relación entre quienes realizan la recolección de estos productos y los propietarios de la tierra donde se insertan, ya que no necesariamente los recolectores son propietarios de estos espacios, convirtiéndose en una actividad informal y no regulada. No se sabe quiénes son las personas recolectoras, de dónde provienen, qué tipo de acuerdo establecen con los propietarios, cómo comercializan, etc.

b) Presión de la acuicultura sobre fiordos y canales sin estudios acumulativos:

La expansión acelerada de la industria acuícola en los fiordos y canales australes ha generado impactos documentados sobre la calidad del agua, la biodiversidad y los fondos marinos. Sin embargo, los marcos regulatorios no consideran los efectos acumulativos ni sinérgicos de múltiples centros operando en ecosistemas interconectados. Además, persiste una débil articulación con la investigación científica local. Es urgente incorporar criterios de capacidad de carga ecosistémica, monitoreo independiente, participación ciudadana y estudios de impacto acumulativo como parte de una política científica integral para la acuicultura en ambientes del LNS.

c) Ganadería extensiva y sobrecarga en ecosistemas de estepa:

La ganadería ovina en la estepa ha sido históricamente una de las principales actividades económicas de la zona. No obstante, su expansión sin criterios ecológicos ha contribuido a procesos de sobrepastoreo, erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal. Esta situación no solo pone en riesgo los servicios ecosistémicos de la estepa, sino que también afecta



su potencial científico como laboratorio de adaptación ecológica en climas extremos. La hoja de ruta debe incluir investigaciones aplicadas en manejo regenerativo de suelos, restauración de pastizales y modelos de producción sustentable adaptados a la realidad austral.

Cabe destacar, que, si bien la ganadería extensiva ha sido históricamente uno de los factores de presión sobre los ecosistemas de estepa, también existen vertientes emergentes de manejo más sostenible en la región, orientadas a prácticas de pastoreo adaptativo, conservación de suelos y diversificación productiva. Es importante reconocer estos esfuerzos y potenciarlos en el marco de una transición productiva que considere las particularidades ecológicas, climáticas y culturales de la macrozona austral. En territorios extremos como Magallanes, los modelos de manejo ganadero no pueden ser simplemente importados de otras realidades; requieren ser adaptados cuidadosamente a las limitaciones y potencialidades locales, en diálogo con el conocimiento científico, técnico y tradicional disponible.

d) Fragmentación y presión extractiva en bosques y turberas:

Estos ecosistemas han enfrentado presiones históricas por actividades como tala no regulada, drenaje de turberas y apertura de caminos forestales. En las últimas décadas, su valorización como sumideros de carbono ha crecido, pero persisten vacíos normativos y falta de monitoreo efectivo. Existen iniciativas de manejo sostenible impulsadas por ONGs y centros de investigación, pero carecen de escala e institucionalidad. La hoja de ruta debe fortalecer modelos de manejo comunitario, certificación ecológica, restauración ecológica participativa y legislación específica para turberas.

e) Riesgo de turistificación desregulada en entornos glaciares:

El turismo en zonas de glaciares ha aumentado significativamente, generando oportunidades económicas locales, pero también riesgos de sobreexplotación, banalización del paisaje y afectación de la integridad ecológica. La ausencia de criterios científicos en el diseño de experiencias turísticas (carga de visitantes, rutas, infraestructura, interpretación ambiental) pone en tensión el equilibrio entre acceso y conservación. La hoja de ruta debe promover la co-construcción de lineamientos de turismo científico sustentable en glaciares, integrando actores locales, guías, investigadores y organismos públicos.



f) Infraestructura pública sin criterios ecosistémicos ni articulación científica:

Muchas obras de infraestructura en el territorio subantártico —camino, puertos, instalaciones eléctricas o sanitarias— se han planificado sin considerar adecuadamente las particularidades ecológicas y culturales de los ambientes donde se emplazan. La falta de diálogo entre ciencia e infraestructura genera impactos innecesarios, fragmentación de hábitats y pérdida de valor paisajístico. Se requiere instalar capacidades de evaluación ecosistémica temprana en los procesos de diseño y priorización de infraestructura pública, con metodologías que integren datos científicos, conocimiento local y salvaguardas ambientales adaptadas a los ecosistemas del LNS.

g) Oportunidades del turismo científico:

Se identifica el turismo científico como una actividad económica emergente de alta pertinencia para la macrozona austral, en especial en ambientes de alta fragilidad ecológica como los glaciares andino-patagónicos. El turismo científico no solo promueve la valorización del conocimiento y la educación ambiental, sino que también ofrece alternativas de desarrollo sustentable para las comunidades locales, en coherencia con los principios de conservación biocultural. Se sugiere potenciar esta actividad mediante programas de formación, infraestructura de bajo impacto y alianzas estratégicas con centros de investigación y redes internacionales de ciencia ciudadana.

Existe la necesidad de desarrollar estrategias innovadoras como el turismo científico, que permitan articular de manera integrada los objetivos de conservación ambiental, educación ciudadana y producción de conocimiento científico, con participación activa de las comunidades locales. El turismo científico ofrece una oportunidad única para valorizar los diversos ecosistemas subantárticos desde un enfoque sustentable y biocultural, fortaleciendo simultáneamente la presencia del Estado, la apropiación territorial del Laboratorio Natural Subantártico y la proyección internacional de sus singularidades. Se sugiere que la hoja de ruta promueva la co-construcción de lineamientos de turismo científico sustentable no solo en glaciares, sino también en fiordos, estepas y bosques/turberas.



En este desafío se aborda la importancia de la CTCi en las temáticas relacionadas al cambio climático, pérdida de la biodiversidad, sustentabilidad y riesgos naturales. En este desafío se considera la generación de estrategias para la identificación, comprensión y evaluación en distintos niveles del impacto antrópico en los territorios. Junto con ello, se considera necesario dimensionar el impacto de actividades económicas como el turismo y, de manera general, comprender la discusión medioambiental respecto a los impactos de la actividad económica en los territorios. También se propone la generación de una agenda de investigación respecto al cambio climático, donde el quehacer científico sea un componente proactivo orientado a la promoción y formulación de estrategias para la prevención y mitigación de los impactos de la intervención humana y contingencias medioambientales de los territorios.

Considerando los desafíos identificados por la iniciativa Nodo Ciencia Austral, el presente se relaciona con el desafío: *Actualizar políticas en torno a escenarios de cambio climático y pandemias locales/globales, del eje "Políticas, instrumentos y normativas"*. Parte de los debates prioritarios en la macrozona austral, dicen relación con un diagnóstico común en el territorio; las favorables condiciones ecosistémicas disponibles para la investigación en temas de cambio climático. Dentro del diagnóstico realizado en la primera etapa de proyecto Nodo Ciencia Austral se detectaron siete áreas estratégicas de desarrollo, áreas claves en términos de capacidades científicas territoriales. Dentro de estas siete áreas estratégicas se identificó el área definida como Clima y Cambio Climático. Además, se detectaron diez líneas de investigación que integran esta área estratégica, de las cuales tres líneas se encuentran definidas como líneas motoras de investigación. Estas líneas fueron I) Impactos de la actividad solar polar, II) Estudios dendroecológicos y III) Glaciología, las que destacaron por su nivel de relevancia y especialización. Este panorama sugiere la idea de una capacidad científica y tecnológica que se destaca por su vinculación con las singularidades ecológicas del territorio, pese incluso a las dificultades diagnosticadas, principalmente en lo que refiere a capital humano y conectividad. El ajuste de diseño y gestión de políticas en torno a escenarios de cambio climático además debe incluir escenarios pandémicos, entendiendo que, en sus distintos niveles,

3.5. DESAFÍO 5. Cambio climático, sustentabilidad y medio ambiente



sean expresiones locales o globales, las pandemias se encuentran estrechamente ligadas a la actividad antrópica y el cambio climático. Esto permitiría potenciar áreas de investigación que ya destacan en la macrozona austral.

Respecto al análisis del discurso y percepciones, las categorías asociadas al cambio climático se encuentran los estudios sobre mecanismos de adaptación de las especies, el aumento temperatura global y los efectos de las actividades antrópicas en los ecosistemas de la macrozona. En el escenario de cambio climático se aprecia la necesidad de investigar la adaptación de diversos macroorganismos, tanto del medio acuático como terrestres. La temperatura global también mantiene una preocupación por la ciencia, no solo a nivel local sino también a nivel mundial, donde un indicador clave es el monitoreo del territorio antártico. Como efecto, se observa la pérdida de glaciares, como el caso del glaciar Grey ubicado en campos de hielo sur. Otro de los efectos son las alteraciones al ciclo del agua, lo que tiene como consecuencia la escasez hídrica en la zona.

Otro de los factores está relacionado con efectos al ecosistema, producto de las actividades antrópicas a raíz de la explotación indiscriminada de recursos por parte de las comunidades, a lo cual se suma las tensiones territoriales y el aumento de la conflictividad por la explotación de especies claves para la mitigación del cambio climático como las turberas, el extractivismo de los sectores productivos y la introducción de especies exóticas e invasoras que ha alterado el paisaje del sur austral. Por último, existen desafíos como la descarbonización de la industria y la soberanía alimentaria, entendiendo que existe una fuerte dependencia de alimentos que vienen de otras zonas del país.

Entre algunos aspectos de este desafío que pueden orientar acciones más específicas en la Hoja de Ruta se encuentran los siguientes:

a) Cambios abruptos en el clima:

Una de las principales amenazas derivadas de los efectos del cambio climático corresponde, según las personas entrevistadas, a las variaciones extremas en patrones climáticos o forzantes como la temperatura, vientos, precipitaciones, entre otras. Los ambientes subantárticos son particularmente susceptibles a este tipo de eventos, donde uno de los casos más patentes son los efectos de las altas temperaturas en glaciares o las variaciones muy altas de temperatura en las masas boscosas.



Se señala que los ambientes subantárticos no tendrían la capacidad de reaccionar de buena manera a variaciones tan extremas producto del cambio climático.

b) Glaciares como indicadores críticos del cambio climático sin monitoreo continuo:

Los glaciares del LNS son uno de los indicadores más sensibles y visibles del cambio climático, con retrocesos acelerados registrados en las últimas décadas. Sin embargo, no existe un sistema de monitoreo glaciológico permanente que integre observaciones físicas, satelitales y comunitarias. Esta ausencia limita la generación de series de datos robustas para evaluar tendencias, proyectar escenarios o diseñar políticas de adaptación hídrica. Se requiere una red de monitoreo permanente, interoperable y pública, con participación de centros científicos, servicios públicos y comunidades.

c) Vulnerabilidad de los fiordos a la acidificación y cambios en salinidad:

Los fiordos del sur austral están altamente expuestos a cambios en las variables oceánicas, incluyendo acidificación, estratificación térmica y alteraciones en la salinidad, lo que afecta la biodiversidad marina, la productividad primaria y las cadenas tróficas. A pesar de su valor como “sistemas centinela”, la cobertura de observación oceanográfica es discontinua y limitada en profundidad temporal. Se necesita desarrollar programas de largo plazo con boyas multiparamétricas, modelación ecosistémica y líneas de base climáticas, que permitan comprender y anticipar los efectos del cambio climático en estos ecosistemas semi-cerrados.

d) Riesgo de incendios forestales en bosques subantárticos bajo escenarios de estrés hídrico:

Aunque históricamente han sido húmedos y fríos, los bosques subantárticos enfrentan hoy una amenaza creciente de incendios forestales, particularmente en temporadas de sequía extrema. Esta situación se ve agravada por la presencia de especies exóticas inflamables (como pinos y matorrales invasores), la fragmentación del hábitat y la baja capacidad local de respuesta. Es necesario instalar capacidades de prevención, detección temprana y control de incendios en clave de adaptación climática, incorporando tecnología remota, formación local y coordinación interinstitucional.



La amenaza de incendios forestales en los ambientes subantárticos presenta características diferenciadas entre las regiones de Aysén y Magallanes. En Aysén, la presencia de plantaciones de especies inflamables como pinos incrementa el riesgo, mientras que en Magallanes los incendios son menos frecuentes, pero presentan comportamientos extremos, con alto potencial de daño en áreas estratégicas como Torres del Paine. Asimismo, se ha observado un aumento de la ocurrencia de incendios en la isla de Tierra del Fuego, lo cual plantea nuevos desafíos de gestión. Aunque los entrevistados mencionaron la necesidad de instalar capacidades de prevención, es importante reconocer que instituciones como la CONAF cuentan con capacidades instaladas en la macrozona, si bien es necesario fortalecer la articulación interinstitucional, la sensibilización territorial y las estrategias de prevención comunitaria. En el contexto del Laboratorio Natural Subantártico, se sugiere trabajar en una estrategia de prevención diferenciada, que considere las particularidades ecológicas, culturales y socioeconómicas de cada ambiente subantártico.

e) Fragilidad hídrica y desertificación incipiente en estepa:

La estepa austral, especialmente en su zona oriental, muestra signos de desertificación incipiente asociados al aumento de la temperatura, disminución de precipitaciones y presión ganadera. La escasez de agua, la pérdida de cobertura vegetal y la erosión del suelo están generando efectos acumulativos que comprometen tanto los servicios ecosistémicos como la viabilidad de asentamientos humanos y actividades económicas. Se requieren modelos de restauración basados en ciencia, planificación adaptativa del uso del suelo y monitoreo participativo de indicadores de degradación ambiental.

f) Débil integración de la dimensión climática en la planificación regional y local:

A pesar de los avances nacionales en instrumentos como la Estrategia Climática de Largo Plazo o los Planes de Adaptación, en la macrozona austral persiste una débil incorporación del enfoque climático en la planificación regional, comunal y sectorial. La falta de información territorializada, capacidades técnicas y articulación entre ciencia y gobiernos locales limita la toma de decisiones basadas en evidencia. La hoja de ruta debe proponer mecanismos para fortalecer el vínculo entre conocimiento climático y planificación pública, incluyendo mapas de riesgo, escenarios regionales y capacitación a equipos municipales y regionales.



Este desafío se refiere a la relevancia de que el LNS considere procesos de generación de CTCi considerando saberes locales y conocimientos ancestrales. Lo subantártico presenta características que se articulan de manera importante con las condiciones del territorio. Por ejemplo, Rozzi⁸ señala que, dadas las características climáticas de la subregión antártica, sus ecosistemas poseen una rica diversidad de especies como por ejemplo variedades de páramos, pantanos, bosques, glaciares, ecosistemas alpinos y especies de plantas terrestres vasculares y no vasculares. Lo anterior, presenta una oportunidad para los laboratorios en temas de investigación e integración al trabajo con comunidades indígenas en la zona.

Considerando los desafíos identificados por la iniciativa Nodo Ciencia Austral, el presente se relaciona con el desafío: *Programa e iniciativas de investigación articulada entre actores institucionales de CTCi en torno a arte, cultura e identidades regionales y territoriales*, del eje "Investigación e innovación". Dentro de los diálogos ciudadanos realizados en el marco del Nodo Ciencia Austral, se destacó la necesidad de que este proyecto de macrozona no sea únicamente algo administrativo y económico, sino que pueda incorporar dimensiones sociales y culturales. En esa lógica, se llegó a un consenso respecto a lo fundamental que resulta la creación de una identidad macrozonal, regional y local. Bajo ese marco, la CTCi y particularmente las ciencias sociales, cumplen un rol fundamental, pues el paso previo para la construcción de esta identidad regional y macrozonal es el conocimiento sistemático del territorio y sus habitantes. Se propone la apertura hacia distintas sensibilidades y concepciones acerca del territorio, articulando esferas económicas, científicas, culturales y sociales. Así, instancias como la protección del medioambiente, los colectivos artísticos, la ciencia y la tecnología, el aparato productivo, entre otros, deben encadenarse para construir una imagen multidimensional de la macrozona y sus regiones, relevando desde sus ventajas competitivas, conocimientos tradicionales, atractivos turísticos y hasta expresiones artísticas, bajo un marco común que dé cuenta de todo aquello que hace único al territorio.

3.6. DESAFÍO 6. Pueblos originarios, conservación y CTCi



8 Rozzi, R. (2018). Filosofía ambiental de campo la ecorregión subantártica de Magallanes como un laboratorio natural en el Antropoceno. MAGALLANIA, 46, 7-15. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22442018000100007>

Considerando los hallazgos del Mapa de Actores realizado en el marco de la presente iniciativa, las comunidades indígenas relevantes situadas en los sitios piloto donde se inserta el LNS son las siguientes:

I. Delta Río Palena: no hay comunidades indígenas constituidas en la actualidad en la localidad de Puerto Raúl Marín Balmaceda. A pesar de ser parte del territorio del pueblo mapuche huilliche de ascendencia chono, la población indígena que forma la base de la población regional se estableció principalmente en el área insular, confluyendo finalmente en las localidades de Melinka-Repollal, Isla Huichas y Puerto Aysén. En Raúl Marín Balmaceda existe sólo una asociación indígena, cuyo quehacer se ha orientado más al desarrollo cultural. No obstante, ésta debe ser considerada como actor relevante para el LNS.

II. Laguna San Rafael: las comunidades indígenas de Isla Huichas y algunas de Puerto Aysén, han habitado los canales y fiordos de todo el litoral norte de la región, hasta el área norte del golfo de Penas, incluyendo por lo tanto toda el área marítima y costera de la Reserva de la Biósfera Laguna San Rafael. En la localidad de Las Mentas, en la isla Traiguén, se encuentra la comunidad indígena Nahuelquin Delgado, la que también mantiene un vínculo con la Reserva de la Biósfera Laguna San Rafael, siendo además la más cercana a ella. Las comunidades de islas Huichas, han solicitado un Espacio Costero y Marino de Pueblos Originarios (ECMPO), que cubre gran parte del área central del archipiélago de los Chonos. Esta solicitud fue presentada en el año 2017 ante la amenaza de expansión de la salmicultura, mediante la relocalización de centros de cultivo en áreas libres. Por su parte, la comunidad Nahuelquin Delgado de isla Traiguén, también ha solicitado un ECMPO, en el contorno de esta isla.

III. Isla Madre de Dios: la isla, así como el parque nacional Bernardo O'Higgins, en su totalidad, forman parte del territorio del pueblo kawésqar y en especial de la comunidad kawésqar residente en Puerto Edén.

IV. Cabo de Hornos: el territorio corresponde a la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos que forma parte del Área de Desarrollo Indígena Yagán y en especial de la comunidad yagán de Bahía Mejillones, la única comunidad yagán que habita en él. Existe además otra comunidad yagán en Punta Arenas (Comunidad Lom Sapakúta), cuyo vínculo territorial estaría principalmente en Bahía Yendegaia; no obs-



tante, ésta debe ser igualmente considerada y consultada, de ser el caso, para todo el territorio yagán.

Por otra parte, el análisis del discurso y de percepciones para este desafío permitió identificar que los pueblos originarios plantean demandas como la inclusión y protección en la investigación de los conocimientos, cosmovisiones y prácticas de conservación indígenas en espacios de significación simbólica. Aquí se aprecia el uso de protocolos diseñados entre los pueblos originarios con organizaciones de la sociedad civil que refieren criterios éticos en la investigación. Esto se conecta con la búsqueda de mecanismos vinculantes que permitan la participación y autonomía de los pueblos indígenas en distintas instancias de gobernanza, gestión y toma de decisión en áreas protegidas y de significación simbólica. Sin embargo, la conflictividad en torno al asentamiento de la industria salmonera en áreas de conservación ha provocado el quiebre entre las comunidades dividiéndose entre las que se encuentran a favor de la industria y las que se encuentran en contra, a raíz del daño generado por los centros de cultivo.

La resiliencia territorial de la macrozona austral no puede entenderse únicamente desde las dinámicas naturales, sino también desde los sistemas socioculturales que se han construido históricamente en interacción con el medio ambiente. Junto con los pueblos originarios, los grupos de pobladores chilenos-mestizos que se asentaron en Aysén y Magallanes a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX desarrollaron prácticas adaptativas al territorio extremo, como redes solidarias de subsistencia, uso e interpretación de rutas ancestrales, técnicas constructivas con materiales locales, y sistemas alimentarios adaptados. Estos procesos de sincretismo cultural y conocimiento ambiental han generado un fuerte arraigo territorial que perdura hasta hoy, especialmente en las comunidades rurales periféricas. Reconocer esta diversidad de estrategias adaptativas resulta esencial para diseñar acciones de conservación, desarrollo sustentable y planificación territorial en el marco del Laboratorio Natural Subantártico.

Otro punto relevante son los problemas de planificación territorial en torno a los impactos de la actividad turística, principalmente por los efectos asociados al aumento de los residuos domiciliarios. Por otro lado, en los últimos años el sector inmobiliario ha impulsado el aumento de los loteos y parcelaciones que se encuentran fuera de los procesos de ordenamiento territorial, siendo un espacio de conflictividad por la falta



de regulación y fiscalización de las instituciones sobre la materia. Estos efectos no esperados plantean desafíos importantes para la institucionalidad, principalmente en su articulación como también a la gestión en base a las particularidades territoriales de la macrozona.

Por último, las estrategias de conservación se encuentran en tensión por las actividades antrópicas tanto por la explotación indiscriminada de especies claves para la mitigación del cambio climático vinculado a las turberas como también por la expansión de la actividad salmoneera en áreas protegidas, lo cual es foco de conflictividad y controversias en los territorios de la macrozona. Al respecto, existen planteamientos que refieren a la necesidad de avanzar en la transición de los modelos extractivos, buscando alternativas donde la CTCi pueda aportar en la discusión.

Entre algunos aspectos de este desafío que pueden orientar acciones más específicas:

a) Vacíos del ordenamiento y planificación territorial:

En varios instrumentos de planificación territorial, especialmente en los Planos Reguladores, no existen medidas que permitan proteger o generar mecanismos de conservación en los ambientes subantárticos (donde se mencionaron fundamentalmente las turberas y humedales). Específicamente se señalan como amenazas la expansión urbana (viviendas, caminos) donde se indicó que este fenómeno no necesariamente dialoga con la conservación de determinados ecosistemas. Al interior de la expansión urbana también se aludió al consumo de leña para calefacción, particularmente en Aysén, lo que afectaría las masas boscosas. Misma situación ocurre con la amenaza que tienen las turberas a causa de los drenajes debido a la venta de parcelas. De forma complementaria, en las entrevistas también se indicó que no existen tantos vacíos normativos, sino una visión más economicista de las normativas, cuya orientación posee una racionalidad instrumental para actividades productivas, pero no para la sustentabilidad de los ambientes y ecosistemas.

b) Invisibilización del conocimiento indígena sobre glaciares:

En muchos relatos indígenas, los glaciares son entendidos como entidades vivas, con agencia espiritual y memoria ancestral. Sin embargo, este conocimiento ha sido históricamente marginado de los discursos científicos y las políticas de conservación. En contextos como Campos de Hielo Sur o el Monte Sarmiento, existen registros orales sobre trayec-



torias, deshielos y cambios ambientales que podrían complementar los datos científicos actuales. Incorporar estos saberes en la investigación y divulgación científica fortalecería el enfoque intercultural y permitiría una comprensión más compleja de los glaciares como sistemas bioculturales.

c) Tensiones entre conservación marina y pueblos kawésqar en fiordos:

En territorios kawésqar como el Parque Nacional Kawésqar y la Reserva Nacional del mismo nombre, se han generado tensiones entre las políticas de conservación y las prácticas de uso ancestral del mar, como la navegación, pesca y recolección. Estas tensiones se intensifican por la falta de mecanismos claros de cogestión, participación efectiva e incorporación del conocimiento kawésqar en la administración de áreas protegidas. La hoja de ruta debe abordar estas tensiones proponiendo modelos de gobernanza intercultural marina, inspirados en el respeto mutuo, la autonomía territorial y la colaboración científica.

d) Falta de reconocimiento a los vínculos territoriales mapuche en la estepa:

Aunque el territorio mapuche se ha asociado históricamente a la zona centro-sur de Chile, existen comunidades mapuche-tehuelche con vínculos territoriales y espirituales con la estepa de Aysén. Sin embargo, estos vínculos han sido poco visibilizados en las políticas de conservación y en la investigación científica que se desarrolla en estos ambientes. Reconocer estas relaciones históricas y simbólicas puede enriquecer las formas de habitar, investigar y conservar la estepa, especialmente bajo enfoques de restauración cultural y justicia territorial.

e) Subrepresentación de los pueblos yagán y kawésqar en proyectos científicos sobre bosques y turberas:

Los pueblos originarios del extremo austral han desarrollado conocimientos sofisticados sobre el uso, navegación y habitar de zonas boscosas y turbosas, incluyendo saberes sobre medicina tradicional, ciclos estacionales, especies indicadoras y rutas ancestrales. Sin embargo, estos saberes están escasamente representados en los proyectos de investigación y conservación actuales. Se necesita avanzar hacia modelos colaborativos de investigación intercultural, donde las comunidades originarias no sean solo "informantes" sino co-productoras de conocimiento, con autonomía sobre los resultados y beneficios compartidos.



f) Ausencia de marcos éticos e institucionales para la investigación intercultural:

En la actualidad, no existen marcos éticos claros, ni protocolos institucionales robustos, para la realización de investigación científica en territorios indígenas subantárticos. Esto genera riesgos de extractivismo académico, apropiación indebida de saberes y desconfianza hacia las instituciones científicas. La hoja de ruta debe continuar su quehacer en la elaboración de protocolos de investigación intercultural en el LNS, en conjunto con representantes de pueblos originarios, universidades, agencias públicas y organizaciones territoriales, asegurando principios de consentimiento previo, beneficios mutuos, transparencia y respeto a las cosmovisiones indígenas.

g) Generar protocolos de relacionamiento que armonicen la generación de CTCi con los conocimientos locales:

Finalmente, respecto a la conservación de los ambientes subantárticos no todo es posible reducirlo al marco normativo o específicamente a leyes, dado que existen aspectos que no pueden abordar exclusivamente por esta vía. En este sentido, se propone que el LNS pueda generar guías, protocolos de relacionamiento o manuales que puedan ayudar a la actividad científica en general, a comprender mejor el entorno de la macrozona austral, a comprender las dinámicas socioculturales de la comunidad local y, sobre todo, a generar relaciones de respeto con los actores del territorio.

h) Vacíos y falencias normativas en ambientes subantárticos⁹:

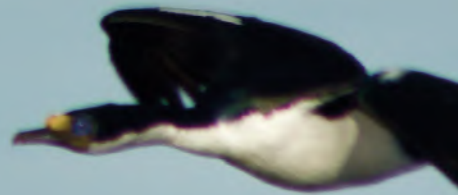
El informe de análisis normativo dio cuenta de una serie de vacíos y falencias normativas, en relación con la protección ambiental y en particular en cuanto a los ecosistemas declarados como prioritarios por el LNS. Ello se expresó en el alto número de normas de protección indirecta de los ambientes subantárticos. Del mismo modo que los tratados internacionales, que se caracterizan por su amplitud y ambigüedad normativa dejan sujeta la protección a normas nacionales que permitan su ejecución concreta. Por otro lado, se relevó que existe una alta dispersión de la normativa y descentralización de atribuciones institucionalidad pública. Cuestión que si bien, se busca remediar a través de la creación del Servicio de Biodiversidad, este órgano aún se encuentra en proceso de creación. Por otro lado, los instrumentos de gestión ambiental actuales

9 Informe Análisis del Marco Normativo de Ambientes Subantárticos en Chile.

son insuficientes y de escasa aplicación. Lo que unido a la débil aplicación de la normativa de fiscalización abre un escenario crítico en cuanto a la protección a los recursos naturales de la Patagonia chilena.

Finalmente, en el informe se señala que, junto con la reforma ambiental, el proceso de descentralización implementado desde el año 2018, entrega a los gobiernos regionales y locales un espacio para hacer efectiva la protección ambiental desde los gobiernos locales. El traspaso de competencias, gestión y atribuciones desde el nivel central hacia los gobiernos subnacionales, junto a la utilización de mecanismos e instrumentos de participación ciudadana y educación ambiental, pueden contribuir a la articulación de un modelo de gobernanza ambiental que incluya a la sociedad civil y sector privado en la toma de decisiones y fiscalización. De este modo, parece posible que mediante la articulación de normas y atribuciones hacer efectivo el principio de la prevención y corresponsabilidad ambiental. Toda vez, que con una acción activa desde lo local permitirá la adopción de normas en caso de ausencia, contribuyendo al cumplimiento y fiscalización de la protección ambiental en aquellos ecosistemas frágiles como los definidos en el LNS.





Visión compartida del Laboratorio Natural Subantártico

04

“

Al año 2036, el Laboratorio Natural Subantártico se conformará en un polo de desarrollo científico y tecnológico internacional, fomentando el conocimiento e innovación en problemáticas locales, generando estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, fortaleciendo la identidad territorial austral y constituyéndose en un espacio de encuentro y diálogo entre distintos actores de la sociedad.

”

Para alcanzar esta visión es necesario abordar los siguientes aspectos:

Conformar una red de Laboratorios Naturales.

Articulándose con otros Laboratorios Naturales en Chile incentivando la coordinación, interdisciplina y complementariedad.

Constituirse en un Laboratorio Natural de referencia mundial.

Generar conocimiento pertinente a temas subantárticos, traducido en publicaciones de corriente principal con participación en la discusión científica internacional a través de actividades, redes, convenios, entre otras instancias académicas.

Disponer y optimizar el uso de infraestructura y equipamiento que facilite el quehacer científico interdisciplinario.

El Laboratorio Natural Subantártico requiere espacio físico y equipamiento habilitante que permita el trabajo conjunto e integrado, facilitando el quehacer e interdisciplinario, la divulgación y socialización de CTCi.

Desplegar una agenda sobre el cambio climático con incidencia en políticas públicas.

El Laboratorio Natural Subantártico ha participado en el diseño e implementación de acciones institucionales de adaptación al cambio climático.

Conformar un semillero de investigadoras(es) emergentes.

Aportando a los procesos de formación, retención y atracción de capital humano avanzado para la Macrozona Austral.

Generar agendas territoriales de ciencia, tecnología e innovación vinculadas a los procesos e identidades territoriales.

El Laboratorio Natural Subantártico debe contribuir a la generación y articulación de acciones, medidas, iniciativas y políticas vinculadas a los territorios, especialmente de sus sitios piloto.

Conformar un espacio de encuentro entre actores sociales.

Se espera que existan instrumentos, estrategias, plataformas y espacios para la coordinación y vinculación entre el sector científico, sector público, privado y organizaciones de la sociedad civil.



Lineamientos transversales de la hoja de ruta

Los lineamientos o ejes transversales corresponden a los grandes ámbitos que deberán ser considerados por los distintos programas, proyectos e iniciativas de la hoja de ruta del Laboratorio Natural Subantártico. Los lineamientos transversales permiten disponer de elementos comunes, perspectivas y orientaciones generales para el accionar de la hoja de ruta.

Los ejes transversales abordan determinadas brechas, anhelos o variables críticas que requieren ser incorporadas por el Laboratorio Natural Subantártico. Su presencia no es rígida y pueden existir modificaciones de ejes transversales en el corto, mediano y largo plazo. Los ejes transversales considerados corresponden a Relacionamento comunitario, Equilibrios territoriales y Equidad de género. A continuación, se explicarán cada uno de ellos.



5.1. LINEAMIENTO TRANSVERSAL: Relacionamiento comunitario

Parte de los propósitos del Laboratorio Natural Subantártico fue identificar protocolos, buenas prácticas y criterios para el relacionamiento comunitario armónico entre la investigación científica y los actores territoriales como comunidades indígenas, servicios públicos locales, empresas, asociaciones del sector privado, pescadores artesanales, emprendimientos y organizaciones de la sociedad civil en general. Para ello se elaboró el informe: *Buenas prácticas para la relación del mundo científico y las comunidades presentes en los territorios del Laboratorio Natural Subantártico*, el que proporciona recomendaciones para los equipos de investigación para su inserción en los territorios e interacción con los actores locales. Parte de estas **recomendaciones** son las siguientes:

a) Consideración sobre protocolos de relacionamiento vigentes:

Junto a las orientaciones que plantean los comités de ética científica en las universidades en el desarrollo de estudios e investigaciones, para el caso de los territorios asociados al Laboratorio Natural Subantártico, existen instrumentos de derechos humanos y protocolos de buenas prácticas ya existentes que es necesario considerar, al menos: 1. Convenio de Diversidad Biológica y Protocolo de Nagoya (Secretariat of the Convention on Biological Diversity [CBD], 1992), 2. Declaración de Naciones Unidas sobre Derechos de los Pueblos Indígenas (United Nations General Assembly [UNGA], 2007), 3. Convenio 169 de OIT (International Labour Organization [ILO], 1989), 5. Protocolo de buenas prácticas para la protección del patrimonio cultural indígena Yagán (Comunidad Indígena Yagán de Bahía Mejillones, s. f.), 6. Ética Biocultural, un cambio de paradigma (Rozzi, 2018), 7. Plataforma IPBES: Reflexiones sobre las prácticas de la ciencia, 8. Convenio de Cooperación entre la Universidad de Magallanes y la comunidad kawésqar de Puerto Edén (IPBES, 2019) y 9. Guía para el desarrollo de protocolos comunitarios bioculturales (Natural Justice, 2012).



b) Notificación del inicio de investigaciones a los actores locales:

Las investigaciones, estudios e intervenciones realizadas en el marco del Laboratorio Natural Subantártico deberán ser informadas, de manera previa a su realización a los actores locales vinculados a estas actividades. Para ello será necesario mantener coordinación con municipios y servicios públicos locales quienes disponen de datos e información de organizaciones territoriales.

c) Conocimiento sobre aspectos socioculturales:

Se recomienda que los equipos de investigación, en su inserción en los territorios, puedan informarse sobre aspectos de la cultura local en lo relativo a costumbres, horarios, prácticas y todo tipo de elementos que permitan desplegar relaciones de reciprocidad con las organizaciones y actores locales.

d) Consideración de estrategias de comunicación diferenciadas:

Los mecanismos de comunicación entre los equipos de investigación del Laboratorio Natural Subantártico deberán considerar distintos formatos de comunicación con los actores locales. Esto, debido a que determinadas comunidades y organizaciones locales privilegian las actividades presenciales respecto a las telemáticas. Sin embargo, antes de priorizar una en particular, es necesario considerar el contexto, preferencias y posibilidades de los actores locales.

e) Socialización de resultados:

Tras la finalización de las investigaciones, será necesario generar espacios para divulgar los resultados considerando espacios comunitarios, públicos y de fácil acceso. Se recomienda incentivar la asistencia de actores que tengan mayor relación con las temáticas trabajadas, pero no cerrarlas exclusivamente a dichos actores. También se sugiere que en estas actividades de divulgación se considere la participación y colaboración de actores municipales o servicios públicos que puedan facilitar y colaborar con determinadas tareas (logística, convocatorias, espacios, etc.). Finalmente, en la medida de las posibilidades de los proyectos, se sugiere proporcionar material impreso que sintetice las características y resultados de las investigaciones.



f) Usabilidad del conocimiento tradicional:

En las situaciones donde las investigaciones incorporen todo tipo y cantidad de información proporcionada por comunidades locales, es necesario reconocer de forma explícita y formal dicha colaboración a través de las respectivas menciones en publicaciones, patentes e información científica en general, ya sea con referencias a las fuentes o incluso, de ser pertinente, mediante la coautoría con estos actores.

g) Gestión de controversias:

En Chile y la macrozona austral se han generado múltiples controversias por proyectos productivos de incidencia en aspectos ambientales, patrimoniales, culturales y económicos. A ello se le denominan controversias sociotécnicas, las que pueden ser definidas como distintos tipos de incertidumbres que surgen cuando los actores no pueden abordar ciertos aspectos, generando discrepancias y/o conflictos. Cuando esto ocurre, se involucran múltiples actores con universos cognitivos, lenguajes e intereses diferentes, que desean dar su opinión y participar en el encauzamiento del problema (Callon, 1981). Considerando lo anterior, es necesario que los Laboratorio Natural Subantártico, en coordinación con otras instituciones, dispongan de mecanismos activos para gestión de controversias. Esto se traduce en que los posibles problemas que emerjan con el entorno puedan ser abordados por el Laboratorio Natural Subantártico mediante la generación de conocimiento e información que facilite la toma de decisiones por los actores locales pero basada en evidencia.



Cuando las desigualdades se espacializan geográficamente se habla de **desequilibrio territorial** y se diferencian en horizontales por aquellos de naturaleza socioeconómica que se presentan en los distintos lugares del territorio y verticales cuando la desigualdad se presenta en la organización del espacio, en el uso de suelo y en las temáticas ambientales (Nin y Shmite 2015) (Peña e Inostroza, 2022). Para el caso del Laboratorio Natural Subantártico, el eje **Equilibrios territoriales** refiere a la necesidad de **disponer de agendas territoriales de CTCI de corto, mediano y/o largo plazo para abordar con proyectos e iniciativas los distintos territorios considerados y no generar espacios de concentración en desmedro de otros.**

El proyecto Laboratorio Natural Subantártico ha definido en sus grupos de interés y beneficiarios a diversos actores estructurados en (1) sector económico, (2) sector institucional, (3) sociedad civil y (4) pueblos originarios. Estos actores, más allá de sus definiciones estamentales, tienen participación en territorios específicos de la macrozona austral donde además se encuentran sitios piloto definidos por el Laboratorio Natural Subantártico como lugares con mayor potencial para desplegar las acciones de esta iniciativa.

En la siguiente tabla se presentan los potenciales sitios piloto del proyecto y las comunas y localidades que pertenecen:

Tabla 2. Sitios pilotos, comunas y territorios asociados

Sitio piloto	Comuna	Localidades asociadas
Isla Navarino	Cabo de Hornos	Puerto Williams
Laguna San Rafael	Aysén	Puerto Aysén Puerto Chacabuco Puerto Aguirre
	Río Ibáñez	Puerto Río Tranquilo
	Cochrane	Cochrane
	Tortel	Caleta Tortel
Isla Madre de Dios	Natales	Puerto Natales Puerto Edén
Delta del Río Palena	Cisnes	Puerto Raúl Marín Balmaceda Puerto Cisnes La Junta Puyuhuapi

5.2. LINEAMIENTO TRANSVERSAL: Equilibrios Territoriales



Junto con lo anterior, se realizó un proceso de mapeo participativo para el Laboratorio Natural Subantártico, iniciativa que tuvo como propósito conocer las perspectivas de actores, sus demandas requerimientos y la representación de sus visiones a través de una cartografía participativa. Se recogieron 121 respuestas en total y las personas indicaron preferencia sobre determinados límites geográficos y/o administrativos del territorio para abordarlos, en la perspectiva del Laboratorio Natural Subantártico.

En primer lugar, respecto a la dimensión política y administrativa, los resultados reflejaron preferencias por la escala comunal donde se indicaron territorios como Puerto Edén, Isla Navarino, Mañihuales, entre otros. También estuvo presente la dimensión regional, indicando de manera general, las regiones de Aysén y Magallanes y Antártica Chilena como foco de acción de los laboratorios. También se consideró la dimensión macrozonal relevando la importancia territorial de la gran macrozona austral. Adicionalmente, también se aludieron sectores como parques y reservas nacionales, áreas marinas protegidas, santuarios e incluso localidades específicas como el sector Viviana y Baño Nuevo.

En segundo lugar, las personas indicaron preferencias por diferentes tipos de paisajes de la macrozona austral como posibles sitios de estudio para el Laboratorio Natural subantártico: campos de hielo norte, sur, cordillera Darwin, glaciares, fiordos, canales, lagos, lagunas, istmos, humedales y valles.

En tercer lugar, respecto a la relevancia de los lugares y paisajes identificados como sitios de interés para los Laboratorio Natural Subantártico, las personas indicaron las siguientes razones: a) su importancia por los servicios ecosistémicos que aportan; b) características del clima, vegetación, biodiversidad, zona de tránsito de mamíferos marinos; c) realización de estudios paleoclimáticos, cambio climático, glaciológicos, geológicos, entre otros; d) presencia de actividades productivas, usos ancestrales, áreas bajo la categoría de conservación.

En cuarto lugar, respecto de las principales ejes que debe considerar el proceso de elaboración de agendas territoriales de CTCL, se encuentran: aportar a procesos de identidad, historia y patrimonialización local, diálogos de saberes, monitoreo e impacto de sistemas socio-ecológicos, información y conocimiento sobre conflictos socioambientales y controversias sociotécnicas, formación y educación local, abordar necesidades y requerimientos sanitarios en las comunidades locales y abordar metrología de problemas locales.



La equidad de género es uno de los grandes desafíos en CTCl en el mundo y es transversal a todas las áreas del conocimiento: a medida que se avanza en el grado académico y de responsabilidades laborales, va en descenso la presencia de mujeres¹, situación que también está presente en Chile. Para responder a las brechas de género existentes en el país, en julio de 2021 el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile publicó la “Política Nacional de Igualdad de Género en CTCl”¹⁰, donde se plantearon acciones que promueven la igualdad de oportunidades en ciencia, independiente del género de las personas.

Para el Laboratorio Natural Subantártico también es un eje fundamental y transversal la equidad de género. De esta forma, este documento hace suyo los objetivos, principios y fundamentos propuestos por la Política de Igualdad de género en CTCl de Chile, los cuales serán presentados de manera sucinta:

La Política Nacional de Igualdad de Género en CTCl fue elaborada en base a cuatro objetivos principales, construidos a partir de varias instancias de participación ciudadana a lo largo del país y revisión de lecciones aprendidas tanto nacionales como internacionales. Los cuatro objetivos son:

1. Niñez inclusiva, protegida y con habilidades para el futuro;
2. Sistemas de CTCl inclusivos, transformadores y responsables;
3. Estado comprometido con los datos, instrumentos y políticas para la igualdad de género en CTCl;
4. Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para resolver los impactos de la brecha de género en nuestra sociedad;

5.3. LINEAMIENTO TRANSVERSAL: Equidad de Género



¹⁰ Política Nacional de Igualdad de Género en CTCl. Ministerio de CTCl de Chile (julio, 2021). Disponible en: <https://www.minciencia.gob.cl/genero/>

Con el propósito de brindar un marco de consistencia y continuidad, que permita que se avance en el cierre de brechas de las mujeres en CTCl, la Política de Género en CTCl plantea los siguientes principios y fundamentos:

Justicia:

Todas las personas deben tener igualdad de oportunidades y tratos independiente de su género. Ello implica que las personas puedan desarrollar plenamente sus talentos y acceder a una carrera en cualquiera de las áreas de CTCl.

Proactividad y acciones afirmativas:

El cierre de brechas en temas de género demanda acciones afirmativas y esfuerzos hasta que se pueda alcanzar la meta de igualdad de género en CTCl.

Calidad e Impacto de la CTCl:

Incorporar una mirada interdisciplinar y de género facilita y robustece el trabajo en procesos de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.

Sostenibilidad y Productividad:

La ruta hacia el desarrollo integral y sostenible exige la integración de manera definitiva a toda la diversidad de la población en procesos de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación para alcanzar los avances que Chile necesita en esta materia.



Programas y propuestas de la hoja de ruta

06

En esta sección se presentan las acciones de la hoja de ruta consistentes en propuestas de proyectos e iniciativas que emanan de los desafíos de CTCi para el Laboratorio Natural Subantártico.

Las acciones se han estructurado en torno a tres grandes ejes denominados Programas de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

PROGRAMA DE CTCi 1
Ciencia, Tecnología,
Conocimiento e Innovación

PROGRAMA DE CTCi 2
Bienestar Social

PROGRAMA DE CTCi 3
Gestión Ambiente Local

Los programas corresponden a un tipo de clasificación en la hoja de ruta donde se agrupan proyectos e iniciativas de naturaleza temática similar. Su funcionalidad corresponde a involucrar esfuerzos respecto a la cooperación, multi e interdisciplinariedad. Su importancia radica en abarcar los diferentes desafíos que existen en CTCi para la macrozona austral y de manera particular para el Laboratorio Natural Subantártico.

Cada proyecto e iniciativa se presenta en base a una ficha descriptiva que posee los siguientes campos:

Nombre idea/propuesta: título de la iniciativa, proyecto o acción.

Propósito: objetivo general de la iniciativa.

Resumen: descripción breve de la idea/propuesta.

Desafío(s): desafíos relacionados que aborda la idea/propuesta considerando los identificados por el proyecto:

- **Desafío 1.** Institucionalidad, gobernanza y capital social.
- **Desafío 2.** Fortalecimiento de las capacidades en CTCi.
- **Desafío 3.** Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.
- **Desafío 4.** Sustentabilidad, sectores económicos y actividades antrópicas.
- **Desafío 5.** Cambio climático, sustentabilidad y medio ambiente.
- **Desafío 6.** Pueblos originarios, conservación y CTCi.

Eje de trabajo: eje de trabajo en el cual se enmarca la idea/propuesta:

- **Eje 1:** Formación de capital humano.
- **Eje 2:** Investigación e innovación.
- **Eje 3:** Redes, articulación y colaboración.
- **Eje 4:** Políticas, instrumentos y normativas.

Territorio de acción: territorio donde se impactará la iniciativa

Plazo: tiempo de ejecución de la acción considerando:

- **Corto plazo:** 2025-2027.
- **Mediano plazo:** 2028-2030.
- **Largo plazo:** 2031-2036.

Ambientes subantárticos: ambiente en el cual tendrá influencia relación la iniciativa:

- Fiordos y canales patagónicos.
- Glaciares andino-patagónicos.
- Bosques y turberas más australes.
- Estepa Fuego-Patagónica.

Fuentes de financiamiento: identificación (propuesta) de fuentes de financiamiento.

Actores: actores participantes de la iniciativa donde se diferencian actores que impulsan la iniciativa y actores estratégicos de considerar.

Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de Desarrollo Sostenible donde se enmarca la iniciativa junto a las metas donde la propuesta tiene mayor incidencia o relación.



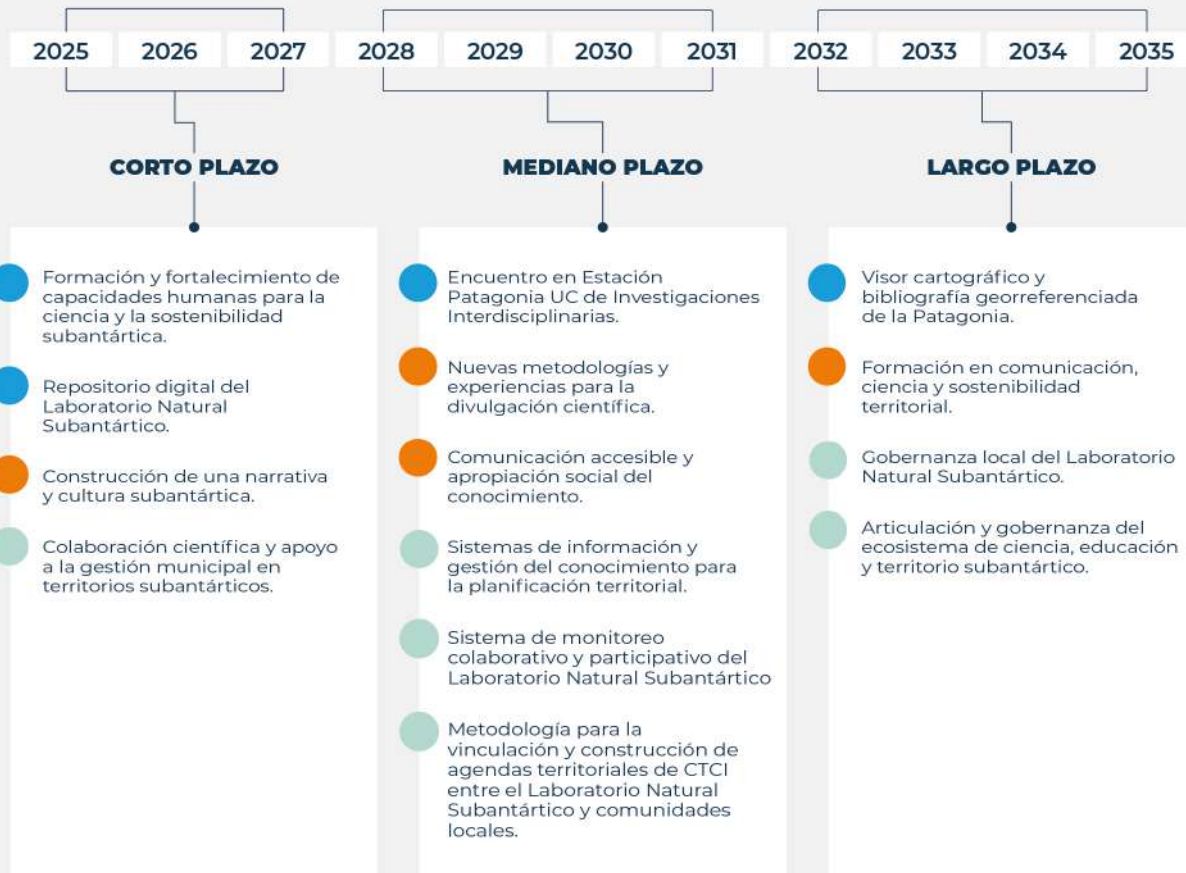
Programas CTCi



Lineamientos Transversales



Hoja de Ruta



6.1. PROGRAMA DE CTCI I: Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

OBJETIVO ESTRATÉGICO

Fortalecer la red de capacidades en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación en la macrozona austral de Chile, promoviendo la movilización del conocimiento subantártico con pertinencia local y proyección global, en sintonía con los desafíos territoriales y las transiciones socioecológicas para el desarrollo sostenible.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DEL OBJETIVO

Red de capacidades: Conjunto articulado de personas, instituciones, infraestructuras, equipamientos y saberes que colaboran en la generación y difusión de investigación en CTCI.

Movilización del conocimiento: Corresponde al flujo del conocimiento desde su generación, pasando luego por las etapas de Difusión, Apropriación, Implementación hasta llegar, finalmente, a la generación de Impacto.

Desafíos territoriales: Problemáticas, necesidades u oportunidades específicas que enfrenta un territorio determinado, derivadas de sus características geográficas, sociales, económicas, culturales y ambientales. Estos desafíos suelen ser determinados por los diferentes actores presentes en cada uno de los territorios de acción del programa.

Transición socioecológica: Proceso de transformación y/o adaptación de los sistemas socioculturales hacia el equilibrio ecosistémico, bienestar de las personas y modelos productivos sostenibles, en el marco de la triple crisis por pérdida de la biodiversidad, cambio climático y contaminación, asegurando el enfoque de derechos humanos, igualdad de género y trabajo decente.

Desarrollo sostenible: Satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.



METAS DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Meta corto plazo 2025 - 2027

Constituir una red activa de al menos 10 instituciones regionales y/o nacionales vinculadas al LNS, para compartir iniciativas de agendas de investigación colaborativas, resultados en CTCi orientados a la movilización del conocimiento subantártico.

Meta mediano plazo 2028 - 2031

Consolidar al LNS como nodo de referencia nacional e internacional en CTCI para ambientes subantárticos, con participación en al menos 3 iniciativas en CTCI, instancias de colaboración de ciencia territorial y/o procesos de formación.

Meta largo plazo 2032 - 2036

Posicionar al LNS como una plataforma internacional de investigación y cooperación científica, con liderazgo chileno en redes globales y nacionales, en instancias de implementación de convenios internacionales vigentes y reconocimiento formal como una red de investigación a nivel internacional.



PROPUESTA

Formación y Fortalecimiento de Capacidades Humanas para la Ciencia y la Sostenibilidad Subantártica

PROPÓSITO

Desarrollar un programa integral de formación y fortalecimiento de capacidades humanas que potencie el capital científico, técnico y colaborativo asociado al Laboratorio Natural Subantártico, promoviendo la transición hacia un modelo de desarrollo sustentable basado en conocimiento y adaptado a las condiciones del territorio austral.

RESUMEN

Esta iniciativa busca fortalecer las competencias de las personas y equipos vinculados al ecosistema del Laboratorio Natural Subantártico mediante acciones formativas en distintos niveles: técnico, profesional y científico. Se plantea la creación de cursos y programas de capacitación técnica orientados a jóvenes y estudiantes, que permitan su incorporación temprana al trabajo científico y de apoyo logístico en terreno. Paralelamente, se propone promover el desarrollo de capital humano avanzado, mediante programas de postgrado, pasantías y certificaciones en áreas como turismo científico, gestión ambiental e innovación sostenible, alineadas con las estrategias de desarrollo regional.

Además, la iniciativa considera el fortalecimiento de competencias interpersonales y de trabajo en equipo para los grupos de investigación del LNS, a través de jornadas presenciales y actividades facilitadas por especialistas, orientadas a mejorar la confianza, la colaboración y la coordinación interdisciplinaria.

En conjunto, estas acciones permitirán formar una nueva generación de profesionales, técnicos y científicos comprometidos con la sostenibilidad de los ecosistemas subantárticos, consolidando al LNS como un espacio de aprendizaje continuo, innovación y cooperación regional.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCi

EJE DE TRABAJO

1. Formación de capital humano

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona Austral

PLAZO

Corto plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos propios
- Fondo de investigación y desarrollo (FONIDE) del MINEDUC.
- Glosa 5.1 y/o 5.2 de Gobiernos Regionales.
- ANID y/o CORFO.

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- U. Aysén
- Museo Regional de Aysén
- Instituciones Participantes del LNS o relacionadas a él, tales como:
Investigadores del territorio-Investigadores del Laboratorio SEREMI CTCI

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

17. Alianzas para lograr los objetivos

META ASOCIADA

17.17 Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas.



PROPUESTA

Repositorio digital del Laboratorio Natural Subantártico

PROPÓSITO

Implementar un repositorio online que reúna los estudios, proyectos e investigaciones realizados en el área de trabajo del Laboratorio Natural Subantártico.

RESUMEN

Construir una base de datos digital que almacene la información relacionada a investigaciones realizadas en el área de trabajo del Laboratorio Natural Subantártico para todos los ámbitos del conocimiento que se encuentren disponibles para todo aquel que lo necesite en una plataforma web.

Es relevante contar con bases de datos digitales, ya que estas permiten disponer de información de manera ordenada y de fácil acceso, tanto para la comunidad científica como para los interesados en desarrollar diferentes tipos de proyectos en el área.

La iniciativa implica, en primer lugar, elaborar un catastro de instituciones científicas que desarrollan o han desarrollado investigaciones en el área de estudio del Laboratorio Natural Subantártico. Se pretende catastrar los centros de investigación, universidades, fundaciones y ONG que han generado o están desarrollando trabajos de investigación en el área del Laboratorio Natural Subantártico considerando las diferentes áreas de conocimiento como social, antropología, historia, biología, biodiversidad, paleontología, geología, hidrología, glaciología, entre otros.

El catastro podrá ser realizado por medio de una búsqueda de artículos, con palabras claves en los idiomas inglés y español relacionadas al patrimonio natural, cultural y zonas de interés científico. También se recomienda revisión de documentos oficiales del gobierno de Chile y otros. Se sugiere un período determinado de búsqueda de 20 - 30 años.

También se puede considerar la inclusión de proyectos, programas, planes que están siendo desarrollados en el área de estudio del Laboratorio Natural Subantártico. Por ejemplo, el Programa Austral Patagonia de la Universidad Austral de Chile identificó diversos refugios climáticos marinos y terrestres a lo largo de la Patagonia chilena, que en algunos casos



coinciden con las áreas de los sitios pilotos del Laboratorio Natural Subantártico¹¹ así como la actualización del Plan nacional de adaptación y biodiversidad de cambio climático.

FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración.

TERRITORIO DE ACCIÓN

Se recomienda trabajar a escala de sitio piloto

PLAZO

Corto plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Glosa 5.1 y/o 5.2 de Gobiernos Regionales (Por ejemplo, Fondo de ciencia abierta del Gobierno Regional de Aysén)
- Ministerio CTCI y/o ANID
- Fondos de las propias instituciones participantes del LNS
- ONG u Organismos Internacionales

ACTORES QUE IMPULSAN

- Instituciones y actores del Laboratorio Natural Subantártico.
- Actores del sector privado

ACTORES RELACIONADOS

- Municipalidades

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

16. Paz, justicia e instituciones sólidas

META ASOCIADA

16.10. Garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales, de conformidad con las leyes nacionales y los acuerdos internacionales.



¹¹ <https://programaaustralpatagonia.cl>

PROPUESTA

Encuentro en Estación Patagonia UC de Investigaciones Interdisciplinarias

PROPÓSITO

Generar un espacio de articulación entre los equipos del Laboratorio Natural Subantártico y actores del sector público, privado, sociedad civil y otros actores del sector académico y científico.

RESUMEN

El proyecto Estación Patagonia de Investigaciones Interdisciplinarias UC (<https://estacionpatagoniauc.cl/>) nace como iniciativa académica y de investigación. Cuenta con la cooperación internacional de los Laboratorios Hombre-Medio (OHM), del instituto de Ecología y Medio Ambiente de Francia, siendo parte del primer laboratorio de Observación Hombre-Medio en América Latina.

La Estación Patagonia se ubica en el límite septentrional de Campos de Hielo Norte y es puerta de entrada al Parque Nacional Laguna San Rafael, la estación –situada en un terreno de 5.014 hectáreas entregadas en concesión a la UC por el Ministerio de Bienes Nacionales en 2009– es un laboratorio natural para la investigación del cambio climático. En medio de un bosque de coihues, lumas y otras especies nativas, se levantó en 2018 una infraestructura básica que permite acoger a 20 personas (investigadores y estudiantes) que estudian uno de los pocos ecosistemas prácticamente inexplorados del país. En el área se instaló una estación meteorológica de alto estándar, integrando a la región de Aysén dentro de la red de monitoreo ambiental de largo plazo, LTSER- Chile. Así como tiene instaladas cámaras trampa para monitoreo de la fauna presente en el territorio, entre otros equipamientos.

Dentro de las investigaciones realizadas en la Estación Patagonia se puede mencionar: estudio de las especies foráneas; catastro de familias salmonídeas y más de 50 especies de briofitas y musgos; composición microbiana del agua y trazas de metales presentes en ríos y fiordos cercanos, así como la presencia de antibióticos en el agua y el suelo; entre otros.

De modo a compartir la experiencia de la Estación Patagonia, se propone la realización de un encuentro entre investigadores en la Estación para compartir experiencias de investigación, docencia, divulgación y turismo científico con relación a la Reserva de la Biósfera Laguna San



Rafael. En el encuentro se podrá establecer protocolos de monitoreo entre las diferentes áreas de los laboratorios para que sean comparables e integrables los datos recolectados. También se puede facilitar conocimientos sobre uso de equipamientos de monitoreo, marcas y funcionamiento. Además de ser una oportunidad para los investigadores en realizar ensayos y recolectar información para sus investigaciones.

FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCI.
3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

2. Investigación e innovación
3. Redes, articulación y colaboración

TERRITORIO DE ACCIÓN

Territorio de impacto: Bahía Exploradores, ubicada en Puerto Tranquilo, Región de Aysén.

Territorio de Influencia: Macrozona austral

PLAZO

Mediano plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- ANID; Agencias de cooperación internacional;

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- Museo de Puerto Tranquilo
- Pontificia Universidad Católica de Chile

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

17. Alianzas para lograr los objetivos

META ASOCIADA

17.16 Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los ODS en todos los países, particularmente los países en desarrollo.



PROPUESTA

Visor cartográfico y bibliografía georreferenciada de la Patagonia

PROPÓSITO

Facilitar información levantada en el marco del Laboratorio Natural Subantártico en el visor cartográfico en desarrollo de la Estación Patagonia UC y/o de Geoportal, como un segundo canal de comunicación y difusión de los resultados del proyecto.

RESUMEN

La Estación Patagonia UC cuenta con un visor en proceso de adaptación con una base de datos georreferenciadas de publicaciones científicas en diferentes disciplinas relacionadas con el medio ambiente y las ciencias humanas. El propio Geoportal del LNS también es una plataforma en la cual se podría desplegar el visor cartográfico.

Se propone complementar el visor cartográfico con la base georreferenciada relativa al sitio piloto Reserva de la Biósfera Laguna San Rafael y de otros sitios pilotos del Laboratorio Natural Subantártico. De modo que toda la información levantada en el marco del proyecto esté reunida en el visor cartográfico del mismo proyecto y en el visor de la Estación Patagonia UC, ampliando la difusión y comunicación con la comunidad científica e interesados en general de esta iniciativa.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCl.

EJE DE TRABAJO

1. Formación de capital humano
2. Investigación e innovación
3. Redes, articulación y colaboración
4. Políticas, instrumentos y normativas

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona austral, priorizando una escala local o piloto

PLAZO

Corto plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- ANID
- Gobiernos Regionales

ACTORES QUE IMPULSAN

- CIEP
- UMAG
- CHIC
- Pontificia Universidad Católica de Chile

ACTORES RELACIONADOS

Municipios, sector productivo, entre otros

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

16. Paz, justicia e instituciones sólidas

META ASOCIADA

16.10. Garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales, de conformidad con las leyes nacionales y los acuerdos internacionales.



6.2. PROGRAMA DE CTCI 2: Bienestar Social

OBJETIVO ESTRATÉGICO

Fomentar la apropiación social del conocimiento subantártico mediante procesos sostenidos de articulación territorial, divulgación científica, educación y participación ciudadana, que fortalezcan la identidad territorial y contribuyan al bienestar social de las comunidades de la macrozona austral.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DEL OBJETIVO

Apropiación social del conocimiento: Proceso que promueve la democratización del conocimiento científico y tecnológico, facilitando su comprensión, acceso y uso por parte de la sociedad, mediante lenguajes accesibles, formatos inclusivos y dinámicas participativas. Esta apropiación busca incidir positivamente en la calidad de vida de las comunidades.

Articulación territorial: Capacidad de vincular y adaptar la producción científica a las realidades locales, promoviendo espacios de diálogo multiescalar (local, regional, nacional) y multisectorial (sociedad civil, sector público, academia y sector productivo), que faciliten el desarrollo de agendas compartidas con pertinencia territorial.

Divulgación científica, educación y participación ciudadana: Conjunto de estrategias y acciones orientadas a comunicar, enseñar e involucrar activamente a diversos públicos en torno al quehacer científico, reconociendo su rol como sujetos del conocimiento y no solo como receptores pasivos.

Identidad territorial: Atributos culturales, ecológicos, históricos y simbólicos que caracterizan al territorio subantártico y que son reconocidos y valorados por sus comunidades como parte de su sentido de pertenencia y proyección colectiva.



Bienestar social: Estado en el que las personas y comunidades satisfacen sus necesidades fundamentales —materiales, culturales y ambientales— en condiciones de dignidad, equidad y seguridad. En el contexto del LNS, implica que la generación y uso del conocimiento científico contribuyan a mejorar la calidad de vida, fortalecer los vínculos comunitarios, preservar los ecosistemas y promover un desarrollo territorial justo y sostenible.

METAS DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Meta corto plazo 2025 - 2027

Desarrollar e implementar una estrategia de comunicación científica y apropiación social del LNS en a lo menos un territorio piloto, con participación de actores locales y contenidos con pertinencia cultural y territorial.

Meta mediano plazo 2028 - 2031

Incorporar contenidos vinculados al LNS en procesos formativos para el sector público, privado, académico y/o sociedad civil de la macrozona austral.

Meta largo plazo 2032 - 2036

Consolidar al LNS como bien público que fortalece la identidad territorial a través de la apropiación social, la participación en iniciativas culturales, educativas y científicas permanentes, reconocidas por la ciudadanía, el gobierno regional y los gobiernos locales.



PROPUESTA

Construcción de una narrativa y cultura subantártica

PROPÓSITO

Instalar un relato e identidad compartida sobre lo subantártico que permita fortalecer el reconocimiento social, cultural y científico del territorio, promoviendo su apropiación colectiva como patrimonio natural y humano. La iniciativa busca consolidar un marco narrativo que articule conocimiento científico, memorias culturales, prácticas cotidianas y visiones locales, contribuyendo a una cultura subantártica viva y reconocible.

RESUMEN

La iniciativa busca construir una narrativa subantártica que permita reconocer, comunicar y proyectar el valor singular de los territorios del extremo austral de Chile, articulando dimensiones científicas, ambientales, históricas y socioculturales. Para ello, propone el desarrollo de un relato común que integre conocimientos ecológicos y biogeográficos con las memorias y experiencias de las comunidades que habitan la macrozona austral, valorando tanto los aportes de la investigación científica como los saberes locales, las prácticas tradicionales y las expresiones culturales propias del territorio. Esta narrativa será entendida como un puente entre mundos: entre ciencia y ciudadanía, entre instituciones y comunidades, entre naturaleza e identidad territorial.

En su desarrollo, la iniciativa contempla la producción de diversos contenidos y dispositivos culturales que faciliten la divulgación científica y la apropiación social del conocimiento. Esto incluye la creación de materiales audiovisuales, exposiciones itinerantes, publicaciones divulgativas, señaléticas interpretativas y plataformas digitales que ofrezcan una experiencia accesible y coherente sobre lo subantártico. Asimismo, se propone recopilar relatos orales, historias locales, expresiones artísticas y prácticas culturales que permitan anclar la narrativa en las vivencias y memorias de las comunidades, generando una identidad territorial compartida. La combinación de estos elementos ayudará a traducir resultados científicos complejos a lenguajes culturales y comunicacionales capaces de resonar con públicos diversos.

Finalmente, esta línea de trabajo busca posicionar el concepto de “cultura subantártica” como un bien público territorial y como un eje integrador del Laboratorio Natural Subantártico. Esto permitirá fortalecer



la apropiación comunitaria del proyecto, mejorar la conexión entre investigación y territorio, y ampliar la comprensión social sobre el valor estratégico de los ecosistemas subantárticos para el desarrollo sostenible de la macrozona austral. En el largo plazo, se espera que la narrativa subantártica contribuya a construir un sentido compartido de pertenencia, responsabilidad y cuidado del territorio, articulando ciencia, educación, arte y memoria como pilares de una cultura orientada a la sostenibilidad.

FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

- 3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.
- 6. Pueblos originarios, conservación y CTCi.

EJE DE TRABAJO

- 3. Redes, articulación y colaboración

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona austral – Nivel nacional

PLAZO

Corto plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos internos de universidades, LNS.
- Fondos del Gobierno Regional

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- INACAP
- Fundación Rewilding
- Austro Chile
- Seremi del Medio Ambiente (Aysén)
- Universidad de Aysén; Comunidades Portal.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

4. Educación de calidad

META ASOCIADA

4.7. Asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos necesarios para promover el desarrollo sostenible, incluida la educación para el desarrollo sostenible, estilos de vida sostenibles, derechos humanos, igualdad de género, promoción de una cultura de paz y no violencia, ciudadanía mundial y valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible



PROPUESTA

Nuevas metodologías y experiencias para la divulgación científica

PROPÓSITO

Innovar en las formas de comunicar la ciencia subantártica mediante experiencias inmersivas, vivenciales y creativas que acerquen el conocimiento científico a diversos públicos, fortaleciendo la comprensión, el vínculo emocional y la apropiación territorial de los ecosistemas subantárticos.

RESUMEN

Esta iniciativa busca transformar y diversificar la manera en que se divulga la ciencia en los territorios subantárticos, incorporando metodologías innovadoras y formatos no tradicionales que permitan una experiencia más profunda, significativa y accesible de los procesos científicos. Considerando las singularidades geográficas, climáticas y culturales de la macrozona austral, se propone un enfoque de divulgación centrado en la vivencia directa del territorio, el contacto con investigadores y la creación de experiencias educativas que integren ciencia, arte y naturaleza.

Las actividades contempladas incluyen propuestas inmersivas como charlas científicas a mar abierto, travesías de observación en kayak, laboratorios abiertos, señaléticas interactivas, exposiciones itinerantes en espacios naturales, "semanas de la ciencia" en comunidades locales, así como recorridos interpretativos en ecosistemas relevantes. Estas acciones buscan generar un aprendizaje experiencial, donde la exploración, el asombro y la interacción directa con el ambiente se conviertan en herramientas clave para comprender fenómenos ecológicos, procesos socioambientales y dinámicas propias de la región subantártica.

Además, la iniciativa promueve el desarrollo de una comunicación científica más participativa, afectiva y situada territorialmente, incorporando tecnologías digitales, narrativas multisensoriales y metodologías de educación al aire libre. Se trabajará con comunidades, escuelas, instituciones científicas y actores culturales para co-diseñar experiencias que permitan traducir el conocimiento especializado a lenguajes comprensibles para distintos públicos, fomentando la valoración del territorio, la formación de ciudadanía científica y la apropiación social del Laboratorio Natural Subantártico (LNS). En conjunto, estas acciones buscan construir una divulgación científica innovadora que no solo transmita información, sino que active un vínculo emocional y cultural con los ecosistemas subantárticos.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración.

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona Austral

PLAZO

Corto plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos internos de universidades, LNS.
- Fondos del Gobierno Regional

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- U. Aysén
- CIEP
- Municipalidad de Torres del Paine
- Fundación Planeta Agua
- Junta de Vecinos Alto Baguales
- Seremi de Educación

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

4. Educación de calidad

META ASOCIADA

4.7. Asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos necesarios para promover el desarrollo sostenible, incluida la educación para el desarrollo sostenible, estilos de vida sostenibles, derechos humanos, igualdad de género, promoción de una cultura de paz y no violencia, ciudadanía mundial y valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible



PROPUESTA

Comunicación accesible y apropiación social del conocimiento

PROPÓSITO

Fortalecer la comunicación pública de la ciencia subantártica mediante estrategias accesibles, inclusivas y territorialmente pertinentes que permitan a la ciudadanía comprender, valorar y utilizar el conocimiento científico en su vida cotidiana, promoviendo la participación social, la conciencia ambiental y la apropiación colectiva del Laboratorio Natural Subantártico.

RESUMEN

Esta iniciativa busca reducir la brecha entre la producción científica y la ciudadanía, desarrollando mecanismos de comunicación y transferencia de conocimiento que hagan comprensibles y significativos los procesos ecológicos, socioambientales y culturales propios de los territorios subantárticos. Se propone avanzar hacia una comunicación científica basada en la claridad, la accesibilidad y la pertinencia socioterritorial, mediante la creación de plataformas digitales, redes sociales, cápsulas audiovisuales, infografías y campañas públicas que expliquen la importancia de la ciencia para el bienestar común, la conservación ambiental y la gestión territorial.

Para promover una apropiación social más profunda, la iniciativa incorpora estrategias de educación comunitaria y participación activa, tales como visitas guiadas a sitios de valor natural, circuitos interpretativos, encuentros de divulgación en escuelas y liceos, talleres de ciencia ciudadana, museos abiertos, conversatorios y diálogos entre investigadores y actores territoriales. Estas actividades buscan que niños, jóvenes, adultos, comunidades indígenas, organizaciones territoriales y actores locales se reconozcan como participantes legítimos en la construcción del conocimiento subantártico.

Asimismo, la iniciativa promueve un modelo de comunicación horizontal y bidireccional, donde no solo se difunde información científica, sino que se generan espacios de retroalimentación, escucha y diálogo con las comunidades. De esta manera, la ciudadanía puede expresar sus observaciones, inquietudes, experiencias y saberes locales, contribuyendo activamente a la comprensión del territorio y a la toma de decisiones informadas. En conjunto, estas acciones permitirán fortalecer la alfabetización científica, ampliar la participación social y consolidar la apropiación territorial del Laboratorio Natural Subantártico como un bien público regional y macrorregional.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración.

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona Austral

PLAZO

Corto plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos internos de universidades, LNS.
- Fondos del Gobierno Regional

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- CIEP
- Seremi de Medio Ambiente (Aysén); -SAG (Aysén)
- Comunidades Portal
- Municipalidad de Torres del Paine
- Junta de Vecinos Alto Baguales
- Museo paleontológico (Municipalidad Torres del Paine); -Seremi de Educación.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

4. Educación de calidad

META ASOCIADA

4.7. Asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos necesarios para promover el desarrollo sostenible, incluida la educación para el desarrollo sostenible, estilos de vida sostenibles, derechos humanos, igualdad de género, promoción de una cultura de paz y no violencia, ciudadanía mundial y valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible



PROPUESTA **Formación en comunicación, ciencia y sostenibilidad territorial**

PROPÓSITO

Fortalecer las capacidades regionales en divulgación científica, comunicación ambiental y sostenibilidad territorial mediante programas formativos dirigidos a guías turísticos, docentes, funcionarios públicos, profesionales ambientales y actores locales, integrando contenidos del Laboratorio Natural Subantártico (LNS) para promover una comprensión compartida del valor científico, educativo y productivo de los ecosistemas australes.

RESUMEN

Esta iniciativa busca consolidar un ecosistema regional de aprendizaje que permita que diversos actores —educadores, profesionales públicos, guías turísticos, organizaciones territoriales y equipos técnicos— adquieran habilidades para comunicar la ciencia subantártica de forma clara, pertinente y accesible. A partir de la experiencia y el conocimiento generado por el Laboratorio Natural Subantártico, se propone el desarrollo de cursos, programas, talleres y actividades formativas que integren contenidos ecológicos, socioculturales, climáticos y territoriales, a fin de construir un entendimiento común sobre el valor estratégico de la región austral y sus ecosistemas.

Las acciones incluirán la creación de programas especiales sobre comunicación y divulgación científica, módulos de educación ambiental para docentes y establecimientos escolares, talleres temáticos en museos locales, capacitaciones para guías turísticos y operadores de turismo científico, y actividades formativas para funcionarios municipales vinculados a medio ambiente, planificación y gestión territorial. Asimismo, la iniciativa promoverá la articulación con iniciativas asociadas como certificaciones ambientales municipales y de establecimientos educacionales.

En conjunto, estas acciones contribuirán a generar una masa crítica regional capaz de comunicar el territorio desde la ciencia, el patrimonio y la sostenibilidad, fortaleciendo la apropiación social del conocimiento y promoviendo una ciudadanía científica activa. La formación de actores territoriales permitirá traducir el conocimiento especializado a lenguajes comprensibles, mejorar la calidad de las decisiones locales y consolidar al LNS como un referente de educación y divulgación científica para la macrozona austral.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración.

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona Austral

PLAZO

Mediano plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos internos de universidades, LNS.
- Fondos del Gobierno Regional

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- U. Aysén
- Seremi del Medio Ambiente (Aysén)
- Municipalidad de Torres del Paine
- SAG (Aysén)
- INACAP

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

4. Educación de calidad

META ASOCIADA

4.7. Asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos necesarios para promover el desarrollo sostenible, incluida la educación para el desarrollo sostenible, estilos de vida sostenibles, derechos humanos, igualdad de género, promoción de una cultura de paz y no violencia, ciudadanía mundial y valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible



6.3. PROGRAMA DE CTCI 3: Gestión Ambiental Local

OBJETIVO ESTRATÉGICO

Consolidar acciones colaborativas que permitan la generación de información científica y monitoreo territorial, para favorecer la toma de decisiones públicas basadas en evidencia y el cumplimiento del marco normativo para la protección de ambientes subantárticos.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DEL OBJETIVO

Gestión ambiental local: conjunto de acciones, decisiones y mecanismos institucionales desarrollados en un territorio específico, orientados a prevenir, mitigar y resolver problemáticas socioambientales, con base en información científica, participación ciudadana y marcos normativos vigentes. En el contexto del LNS, se enfoca en la protección de ambientes subantárticos a través de un enfoque de gobernanza colaborativa, descentralizada y situada.

Información científica: datos y conocimientos generados mediante métodos sistemáticos de investigación, que permiten comprender fenómenos ecológicos, sociales o productivos relacionados con los ambientes subantárticos.

Monitoreo territorial: proceso sistemático y continuo de observación, medición y evaluación de variables relevantes para la gestión ambiental, que posibilita la toma de decisiones oportunas y fundamentadas.

Toma de decisiones basadas en evidencia: formulación de políticas, planes o acciones públicas sustentadas en datos verificables, análisis científicos y conocimiento experto, que permiten una intervención más efectiva y responsable del territorio.

Cumplimiento normativo: nivel de adecuación de las prácticas y decisiones institucionales, productivas o comunitarias a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia ambiental.



METAS DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Meta corto plazo 2025 - 2027

Desarrollar un sistema que permita reportar el estado de singularidades del LNS a través de procesos participativos articulados con actores públicos, privados y sociedad civil para facilitar la toma de decisiones y el cumplimiento del marco normativo y protección de los ambientes subantárticos.

Meta mediano plazo 2028 - 2031

Disponer la información generada por el LNS para su incorporación a los instrumentos de planificación regional, local y sectorial de la macrozona austral para contribuir a la gestión ambiental local.

Meta largo plazo 2032 - 2036

Contribuir a la toma de decisiones y cumplimiento normativo mediante evidencia articulada desde el LNS.



PROPUESTA

Colaboración científica y apoyo a la gestión municipal en territorios subantárticos

PROPÓSITO

Fortalecer la relación entre el Laboratorio Natural Subantártico (LNS) y los gobiernos locales de la macrozona austral mediante convenios y mecanismos de colaboración que faciliten la aplicación del conocimiento científico en la gestión ambiental, la planificación territorial y el desarrollo sostenible de las comunas.

RESUMEN

La iniciativa busca consolidar una alianza permanente entre el LNS y los municipios ubicados dentro de su área de influencia, creando un marco de colaboración que combine la formalización de convenios institucionales con acciones prácticas de apoyo técnico, formativo y logístico. A través de esta articulación, el LNS podrá aportar evidencia científica y acompañamiento especializado para fortalecer la gestión pública local en ámbitos como conservación, ordenamiento territorial, educación ambiental, manejo de humedales, biodiversidad y turismo sustentable.

Los convenios permitirán facilitar la labor científica en terreno, proveyendo apoyo en transporte, alojamiento y permisos, mientras que los mecanismos de cooperación impulsarán asesorías técnicas, capacitaciones y diseño de planes ambientales locales. Un ejemplo inicial será el apoyo al Comité de Protección de Humedales Urbanos de Cabo de Hornos, donde el LNS colaborará en la elaboración del plan de gestión ambiental y en la formación de funcionarios y vecinos.

La propuesta considera además la creación de instancias regulares de diálogo y transferencia de conocimiento entre los equipos de investigación y las autoridades locales, promoviendo que los resultados científicos del LNS se traduzcan en soluciones concretas para los desafíos territoriales. Con ello, se busca **fortalecer la gobernanza ambiental local**, mejorar la toma de decisiones basadas en evidencia y consolidar una red de municipios aliados del LNS que actúe como plataforma de innovación y sostenibilidad para el desarrollo subantártico.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

1. Institucionalidad, gobernanza y capital social.
3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración
4. Políticas, instrumentos y normativas

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona Austral

PLAZO

Corto plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos internos de universidades, LNS.
- Fondos del Gobierno Regional

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- Municipalidades de la macrozona austral

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

17. Alianzas para lograr los objetivos

META ASOCIADA

17.17. Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas.



PROPUESTA

Sistemas de información y gestión del conocimiento para la planificación territorial

PROPÓSITO

Desarrollar infraestructura de datos y mecanismos de gestión del conocimiento que permitan integrar, sistematizar y difundir la evidencia científica, ambiental y socioeconómica del Laboratorio Natural Subantártico, fortaleciendo la toma de decisiones territoriales, la planificación regional y el diseño de políticas públicas basadas en evidencia.

RESUMEN

Esta iniciativa busca consolidar un sistema robusto de información para la macrozona austral que articule los datos generados por el LNS y por instituciones científicas, públicas y comunitarias relacionadas con los territorios subantárticos. Dada la creciente complejidad de los desafíos ambientales, climáticos y territoriales de la región, se plantea crear plataformas digitales, repositorios abiertos, centros de datos y mecanismos permanentes de gestión del conocimiento que transformen la evidencia producida en herramientas de decisión accesibles, actualizadas y de alto valor público.

Las acciones contemplan la creación de bases de datos abiertas que integren información ambiental, ecológica, climática, social, cultural y productiva; mapeos de actores e iniciativas que permitan visualizar redes de gobernanza; barómetros regionales que monitoreen tendencias territoriales; y sistemas de información orientados al ordenamiento territorial, la gestión de ecosistemas y la conservación. Estas plataformas deberán articular datos de estudios científicos, monitoreos ambientales, catastros de biodiversidad, información socioeconómica local y resultados de investigaciones en curso, facilitando su interoperabilidad y su uso por gobiernos regionales, municipalidades, servicios públicos, organizaciones comunitarias y equipos científicos.

Además, la iniciativa promueve la adopción de estándares de datos abiertos, visualización interactiva y herramientas geoespaciales que permitan comprender dinámicas territoriales complejas y anticipar escenarios ambientales y socioeconómicos. Este enfoque facilitará la identificación de brechas, vulnerabilidades y oportunidades estratégicas, contribuyendo a una planificación más precisa, preventiva y participativa. En conjunto, estas herramientas consolidarán al LNS como un



articulador de conocimiento territorial relevante para la formulación de políticas públicas, la gestión ambiental y el desarrollo sostenible de la macrozona austral.

FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

1. Institucionalidad, gobernanza y capital social.
2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCi.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración
4. Políticas, instrumentos y normativas

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona Austral

PLAZO

Mediano plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos internos de universidades, LNS.
- Fondos del Gobierno Regional

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- U. Aysén
- UMAG
- GORE Aysén
- CIEP
- INFOR (Aysén)
- CORFO (Magallanes)
- INACAP
- Comunidades Portal
- Seremi de Economía (Magallanes)

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

16. Paz, justicia e instituciones sólidas

META ASOCIADA

16.10. Garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales, de conformidad con las leyes nacionales y los acuerdos internacionales



PROPUESTA

Articulación y gobernanza del ecosistema de ciencia, educación y territorio subantártico

PROPÓSITO

Consolidar un sistema permanente de articulación, gobernanza y vinculación entre actores científicos, educativos, públicos, privados y de la sociedad civil en torno al Laboratorio Natural Subantártico, promoviendo la circulación del conocimiento, la colaboración interinstitucional y la apropiación social de la ciencia en la macrozona austral.

RESUMEN

Esta iniciativa busca posicionar al Laboratorio Natural Subantártico como una plataforma articuladora del ecosistema de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI) en los territorios subantárticos, integrando la investigación científica, la educación y el desarrollo local. Para ello, se propone la creación de redes temáticas y mesas de gobernanza multiactor que conecten comunidades científicas, docentes, autoridades locales, sectores productivos y organizaciones territoriales, favoreciendo el diálogo, la planificación conjunta y la toma de decisiones informadas.

Las acciones incluirán:

- **Redes temáticas de ciencia, educación y territorio**, que vinculen universidades, centros de investigación, escuelas y actores turísticos para la co-creación de conocimiento y la formación de capacidades locales.
- **Mesas técnicas e interinstitucionales de gobernanza**, orientadas a coordinar políticas, programas y proyectos relacionados con conservación, cambio climático, desarrollo sostenible y educación ambiental, en colaboración con ministerios, gobiernos regionales y programas nacionales (como CORFO, ICEC-MINEDUC o los Planes Regionales de Cambio Climático).
- **Estrategias de comunicación y divulgación científica**, mediante encuentros, ferias, seminarios y campañas de difusión que acerquen la ciencia a la sociedad y fortalezcan el vínculo entre conocimiento y territorio.



De este modo, la iniciativa promueve una gobernanza colaborativa del conocimiento subantártico, donde la ciencia se convierte en un instrumento de desarrollo sustentable, educación ambiental y fortalecimiento de las capacidades locales, asegurando que los resultados del LNS contribuyan al bienestar y la sostenibilidad de las comunidades de la macrozona austral.

FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración

TERRITORIO DE ACCIÓN

Macrozona Austral

PLAZO

Mediano plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Fondos internos de universidades, LNS.
- Fondos del Gobierno Regional

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- Gobiernos Regionales
- Seremias de Educación
- Municipalidades

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

17. Alianzas para lograr los objetivos

META ASOCIADA

17.16. Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, con el fin de apoyar el logro de los ODS



PROPUESTA

Sistema de monitoreo colaborativo y participativo del Laboratorio Natural Subantártico

PROPÓSITO

Desarrollar un sistema de monitoreo ambiental, ecológico y social de largo plazo que integre la participación de comunidades locales, instituciones públicas, sectores productivos y equipos científicos, promoviendo la colaboración, la transparencia y la generación conjunta de evidencia en el territorio subantártico.

RESUMEN

La iniciativa busca consolidar un modelo de ciencia colaborativa al interior del Laboratorio Natural Subantártico, estableciendo una red de observación ambiental y socioecológica que combine la medición científica con la participación activa de actores locales. Este sistema permitirá recolectar, compartir y analizar datos sobre biodiversidad, impactos ambientales, actividades productivas y dinámicas sociales en los distintos sitios piloto del LNS, favoreciendo la toma de decisiones basadas en evidencia.

El modelo contemplará la creación de una Estrategia de Monitoreo Colaborativo, que establezca protocolos comunes de observación, indicadores prioritarios y mecanismos de coordinación entre instituciones como CONAF, MOP, MMA, SAG y gobiernos locales. Se promoverá además la formalización de convenios de colaboración con comunidades, empresas y centros de investigación, definiendo roles, responsabilidades y compromisos.

El sistema incorporará herramientas tecnológicas y plataformas digitales que faciliten la participación ciudadana, el registro de observaciones (por ejemplo, avistamiento de aves, monitoreo de flora o reportes de impactos ambientales), y la interoperabilidad de datos entre actores. Asimismo, se fomentará la formación de capacidades locales en monitoreo, uso de sensores, manejo de bases de datos y divulgación de resultados.

A largo plazo, esta iniciativa busca democratizar la producción de conocimiento sobre los ecosistemas subantárticos, fortalecer la fiscalización ambiental participativa y generar insumos útiles para políticas de conservación, turismo sustentable y desarrollo local. El LNS actuará como articulador técnico y comunicacional, asegurando la calidad, accesibilidad y aplicación práctica de la información producida colectivamente.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

2. Investigación e innovación;
3. Redes, articulación y colaboración

TERRITORIO DE ACCIÓN

Laboratorio natural subantártico Macrozona

PLAZO

Mediano plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- ANID, Gobiernos Regionales
- Ciencia Pública del Ministerio de CTCI

ACTORES QUE IMPULSAN

- Universidades (en particular docentes); empresas y guías de turismo.

ACTORES RELACIONADOS

- Servicios públicos tales como CONAF; Comunidades Portal, MMA, SAG, MOP, SNASPE

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

16. Paz, justicia e instituciones sólidas

META ASOCIADA

16.17 Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades



PROPUESTA

Metodología para la vinculación y construcción de agendas territoriales de CTCI entre el Laboratorio Natural Subantártico y comunidades locales

PROPÓSITO

Garantizar procesos de apropiación por parte de las comunidades locales y generación de agendas territoriales de CTCI propiciando establecer, por un lado, los límites de lo factible y prioritario, y por otro, un ritmo de implementación adecuado.

RESUMEN

Esta iniciativa debería formar parte de un proyecto que aborde el proceso de implementación del Laboratorio Natural Subantártico como estrategia de desarrollo científico-tecnológico, pero también local. Una vez definido un territorio con potencial para desarrollar el laboratorio se tendrá que considerar, entre otros factores, la realidad de sus comunidades aledañas, desde sus potencialidades y brechas. La metodología debe plantear un proceso de abajo hacia arriba, procurando una llegada al territorio que considere la opinión local sobre posibles estrategias de desarrollo, las capacidades instaladas, la factibilidad técnica y logística para acoger las medidas que se planteen y su pertinencia, donde los actores locales podrán participar en la elaboración de una pauta de temas de investigación y asumir un rol activo en la ejecución de la iniciativa.

Se sugiere que sea prioridad para las agendas territoriales de CTCI, la generación de líneas base de los ecosistemas presentes en las localidades, así como estudios específicos, por ejemplo: a) adaptabilidad de especies con relación al aumento de la temperatura global, b) absorción de gases efecto invernadero por la tundra, c) carbón azul en Puerto Edén, entre otras necesidades y requerimientos sanitarios en las comunidades locales; y, metrología de problemas locales.

Las investigaciones para desarrollar en los sitios piloto deben considerar sus brechas, controversias, debates públicos, procesos en ejecución, entre otras. Ello además implica disponer de sistemas de información y conocimiento sobre territorios, proyectos, impactos científicos, territoriales, etc. Al mismo tiempo es relevante la conformación de una gobernanza ambiental, científica y ciudadana regional y macro regional de análisis, resguardo, protección y gestión de conflictividades y controversias, con articulación de capacidades científicas robustas asociadas a análisis de impactos y riesgos en espacios controversiales.



FICHA DE LA INICIATIVA

DESAFÍOS

1. Institucionalidad, gobernanza y capital social.
3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana.

EJE DE TRABAJO

3. Redes, articulación y colaboración

TERRITORIO DE ACCIÓN

Lugares donde el Nodo y LNS ya se haya vinculado (Caleta Tortel, Islas huichas, Cabo de Hornos Macrozona y/o sitios piloto)

PLAZO

Mediano plazo

AMBIENTES SUBANTÁRTICOS

Todos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

- Municipalidades
- ANID
- Gobiernos Regionales

ACTORES QUE IMPULSAN

- LNS

ACTORES RELACIONADOS

- Comunidades Locales
- Entidades públicas
- Universidades
- Museo Regional de Aysén
- CHIC

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ODS

16. Paz, justicia e instituciones sólidas

META ASOCIADA

16.7. Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades





Iniciativas y procesos en ejecución

07

A lo largo del proceso de diseño e implementación del Laboratorio Natural Subantártico (LNS), diversas iniciativas han cobrado forma como expresiones concretas de la visión, principios y objetivos estratégicos planteados por su Hoja de Ruta. Estas acciones, concebidas de manera articulada con los componentes funcionales del Nodo Ciencia Austral, no solo han materializado productos y procesos relevantes, sino que han contribuido a activar capacidades institucionales, territoriales y comunitarias clave para avanzar hacia un modelo de gobernanza basado en el conocimiento, la sostenibilidad y la corresponsabilidad.

En este marco, las Iniciativas Priorizadas del LNS constituyen un conjunto de esfuerzos estratégicos que han sido desarrollados y validados por sus respectivos equipos impulsores y que reflejan el dinamismo, la pertinencia y la coherencia del LNS como plataforma de innovación territorial. Estas iniciativas no operan como acciones aisladas, sino como componentes interconectados que permiten abordar los desafíos de conservación, desarrollo y gobernanza en los ecosistemas subantárticos, con un enfoque biocultural, transdisciplinario y de escala multinivel.

Entre los procesos más destacados se encuentran el desarrollo del Geoportal del LNS, concebido como una infraestructura digital de datos espaciales al servicio de la toma de decisiones, la educación y la investigación; la activación del proceso de valorización y gobernanza de la Reserva de Biosfera Laguna San Rafael y El Guayaneco, que busca fortalecer los mecanismos de gestión colaborativa de este territorio reconocido por la UNESCO; la elaboración de la Guía de Vinculación Institucional con los ODS, herramienta que permite alinear la acción científica y académica con estándares internacionales de sostenibilidad; y la construcción de la Guía de Buenas Prácticas para la Relación entre Ciencia y Comunidades, orientada a promover una ética intercultural y no extractiva en la investigación científica.

A estos productos se suma el Informe de Análisis Normativo, que aporta un diagnóstico técnico sobre las brechas regulatorias que enfrentan los ecosistemas del LNS, y el proceso de internacionalización del proyecto, que ha permitido posicionar a la macrozona austral como un nodo relevante en redes globales de investigación, conservación e innovación en ambientes extremos.

Todas estas iniciativas responden al espíritu de la Hoja de Ruta del LNS: impulsar una ciencia abierta, situada y comprometida con el territorio; fomentar procesos participativos e inclusivos en la toma de decisiones; fortalecer las capacidades locales para enfrentar los desafíos socioambientales de la subantártica; y proyectar el conocimiento generado en este laboratorio natural hacia circuitos nacionales e internacionales.

Su desarrollo ha sido posible gracias al trabajo colaborativo entre universidades, centros de investigación, servicios públicos, comunidades locales, pueblos originarios y organizaciones sociales, en una lógica de gobernanza distribuida y de aprendizaje compartido. En conjunto, estas iniciativas priorizadas no solo representan avances sustantivos en términos técnicos o metodológicos, sino que configuran una arquitectura operativa para la implementación territorial del LNS en los próximos años.



7.1. Geoportal

El Geoportal del Laboratorio Natural Subantártico y del Nodo Ciencia Austral, es una plataforma colaborativa donde se encuentran reunidos diversos recursos geoespaciales (capas geográficas y mapas web), documentos, imágenes y aplicaciones que contribuyen a la ciencia y la apropiación del conocimiento en la macrozona austral de Chile. Tiene por visión ser la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de referencia en la Macrozona Austral de Chile para la divulgación e intercambio de conocimiento científico, fomentando una ciencia abierta, inclusiva y colaborativa. Constituye uno de los productos estratégicos más relevantes del LNS, ya que articula datos provenientes de procesos de diagnóstico, mapeo de actores, singularidades bioculturales, análisis normativo, cartografía participativa y herramientas de apoyo para la toma de decisiones regionales. Su desarrollo lo posiciona como un instrumento central de gobernanza territorial basada en evidencia.

1. Propósito y enfoque de la plataforma

El Geoportal es una plataforma que: a) Permite el acceso a recursos geoespaciales relacionados a la CTCi en la macrozona austral de Chile. b) Fomenta la apropiación e internalización del conocimiento científico subantártico y antártico. c) Impulsa la participación de la comunidad CTCi en la co-construcción de conocimiento inter y transdisciplinario. La plataforma opera simultáneamente hacia el interior del ecosistema (investigadores, instituciones, servicios públicos) y hacia la ciudadanía en general, ofreciendo un espacio abierto y colaborativo donde se pueden integrar diversas formas de conocimiento científico, técnico, local y biocultural.

2. Productos principales del Geoportal

El Geoportal cuenta con secciones que permiten acceder tanto a datos geográficos, como a documentos asociados a los nodos (mapoteca – biblioteca). Además, permite revisar diversos visualizadores geográficos y aplicaciones de temáticas asociadas a los ambientes subantárticos (ej. StoryMaps, Dashboards, visualizadores), así como también permite explorar y participar mediante la sección de contenido colaborativo (ej. detección participativa de singularidades).





Captura de Pantalla Geoportal.

Por su parte, existen tres grandes componentes del Geoportal asociados a resultados del LNS, que ya se encuentran desarrollados o en fase avanzada de diseño:

- a) **Caja de herramientas:** concebida como una colección de herramientas pensadas en otorgar una utilidad o un aprendizaje para el usuario. Entre las herramientas que se presentan en esta etapa se puede mencionar: Atlas Interactivo Subantártico, Producción científica en temática subantártica, capacidades instaladas en la macrozona austral. marco normativo asociado a LNS. Mapa de actores. cifras del LNS. Información relacionada a temáticas internacionalización del LNS.
- b) **Hoja de ruta:** Este producto, aún en etapa de diseño, tenderá a divulgar los desafíos, objetivos estratégicos y la presente hoja de ruta del LNS, utilizando atractivas gráficas para potenciar su comprensión.
- c) **Atlas Interactivo Subantártico:** Si bien este se encuentra incorporado en la caja de herramientas, corresponden a un producto importante del LNS. El Atlas es una herramienta digital que permite explorar y descubrir de manera educativa los increíbles paisajes del extremo sur de Chile: fiordos y canales, bosques y turberas, glaciares y estepas. A través de mapas en 2D y 3D, recorridos interactivos y escenas de realidad virtual, las personas pueden conocer cómo están distribuidos estos ambientes, qué seres vivos habitan en ellos, qué culturas los han habitado, y qué se está haciendo hoy en día en ciencia y tecnología para entenderlos y cuidarlos.



3. Acciones estratégicas asociadas al Geoportal

La iniciativa GeoPortal se orienta a consolidar y ampliar la plataforma digital del LNS como un sistema de información territorial colaborativo y una herramienta educativa, científica y turística de alto valor público. Las acciones principales se organizan en cuatro líneas de trabajo:

I. Actualización y fortalecimiento del Atlas Subantártico Interactivo:

Incluye una actualización integral de la plataforma con nuevos contenidos, secciones y mejoras de usabilidad, incorporando una versión en inglés y elementos de accesibilidad e inclusión. La actualización considera además la ampliación del valor educativo y turístico del Atlas mediante la integración de narrativas interpretativas sobre biodiversidad, patrimonio natural y cultural, dinámicas territoriales y elementos del marco normativo ambiental vigente.

II. Co-creación de contenido y aplicativos con usuarios clave:

Se contempla el desarrollo de visualizadores temáticos (aplicativos) diseñados en conjunto con actores prioritarios, especialmente establecimientos educacionales (vía SEREMI de Educación y programas Explora) y operadores de turismo científico (vía SERNATUR). Cada aplicativo se diseña según las necesidades del usuario, considerando factibilidad técnica y permisos de uso de datos, e incluye su propio documento de términos y condiciones.

III. Elaboración, digitalización y publicación de fichas por ambientes del LNS:

Se generarán entre 5 y 10 fichas para cada uno de los cuatro ambientes del LNS (fiordos y canales, bosques y turberas, glaciares, estepa). Estas fichas sistematizan información sobre singularidades, parámetros críticos, actividades relevantes y actores presentes en cada ambiente. Tras su validación, serán alojadas en el GeoPortal/Atlas y difundidas en redes del LNS e instituciones asociadas.

IV. Estrategia de masificación y capacitación territorial:

La iniciativa contempla una estrategia de transferencia y apropiación social, que incluye talleres de capacitación a profesores y operadores turísticos para fomentar el uso del Atlas en educación y turismo científico. Estas acciones buscan fortalecer la narrativa subantártica, promover la alfabetización territorial y estimular el uso del Atlas para iniciativas productivas, educativas y de conservación.

En síntesis, el Geoportal no es solo una plataforma informativa, es un componente estructural del modelo de gobernanza territorial del LNS, que contribuye a fortalecer capacidades institucionales, articular actores y promover un desarrollo sostenible basado en el conocimiento.



7.2. Valorización y Gobernanza de la Reserva de Biosfera Laguna San Rafael y El Guayaneco

La Valorización de la Reserva de Biosfera Laguna San Rafael y El Guayaneco (RB LSRG) se enmarca en las Iniciativas Priorizadas del Nodo Laboratorio Natural Subantártico y tiene como propósito central fortalecer la gobernanza y poner en valor esta reserva de carácter internacional, reconocida por la UNESCO.

La iniciativa busca articular a los actores del territorio en torno a instancias públicas, gratuitas y participativas que fomenten el conocimiento, el compromiso institucional y comunitario, y la activación efectiva de la figura de Reserva de Biosfera. Un eje estratégico ha sido apoyar la constitución del Comité de Gestión de la RB LSRG, promoviendo su legitimidad y capacidad operativa. Para ello, se han impulsado acciones de sensibilización hacia autoridades locales, articulación con actores clave y coordinación de actividades en red con otras reservas de biosfera del país.

Estrategia de implementación y enfoque territorial

El equipo ejecutor, articulado desde el componente de Iniciativas Priorizadas del Nodo, ha trabajado de forma coordinada con otros componentes estratégicos como Gobernanza, Comunicaciones e Internacionalización. Esta articulación ha permitido consolidar las actividades de manera integral, considerando las distintas miradas de acuerdo al trabajo que ha llevado el LNS en el territorio.

Las acciones se han desplegado en las regiones de Aysén y Magallanes, tanto en formato presencial como virtual. En Aysén, los esfuerzos se han enfocado en actores de Coyhaique y Puerto Guadal, mientras que en Magallanes se han desarrollado encuentros en Punta Arenas y Puerto Natales, ampliando así el alcance territorial del proyecto y su base de actores comprometidos.



Resultados clave a 2025

El proyecto ha dado lugar a diversas actividades significativas. Entre ellas, destaca la participación del Nodo en el Taller “Desafíos Para la Gobernanza y Gestión Territorial en las Reservas de la Biósfera en el Contexto de la implementación de la Ley N° 21.600 SBAP” realizado en julio de 2025, donde se presentó el trabajo realizado en la RB LSRG junto a experiencias comparadas de otras reservas nacionales. Esta instancia facilitó la generación de redes y permitió visibilizar el rol del Nodo LNS como actor articulador a nivel macrozonal.

Otra acción destacada fue el Encuentro Nacional de Jóvenes y Comunidades de Reservas de Biosfera, coorganizado con la Red de Jóvenes de Reservas de Biosfera de Chile. Este evento, realizado entre el 5 y 8 de septiembre de 2025 en Magallanes, reunió a comunidades, pueblos originarios, organizaciones locales y estudiantes, promoviendo el diálogo intergeneracional y fortaleciendo capacidades en temáticas como turismo sustentable, bio-materialidad y productos naturales. Además, se visitó la zona de amortiguación de la RB Torres del Paine, lo que permitió reflexionar sobre estrategias de co-gestión y articulación territorial.

Un hito importante fue también la reactivación de la gobernanza de la RB LSRG, mediante una reunión estratégica sostenida el 2 de septiembre de 2025 con actores institucionales como CONAF, CIEP, Ministerio del Medio Ambiente y organizaciones de la sociedad civil. Se acordó avanzar en la conformación del Comité de Gestión y solicitar reuniones con el GORE Aysén para socializar el valor de la reserva y sus oportunidades estratégicas.

Proyecciones y próximas acciones

Seguir fortaleciendo la articulación institucional y proyectar líneas de trabajo futuras con base en ciencia, gobernanza y sostenibilidad, gracias a la activación del “modelo de movilización del conocimiento” del Nodo LNS, conectando la investigación científica con la toma de decisiones públicas y la participación comunitaria en el territorio de la Reserva de Biosfera Laguna San Rafael y El Guayaneco.



7.3. Guía de Vinculación Institucional con los ODS

La *Guía de Vinculación Institucional con los Objetivos de Desarrollo Sostenible* es un instrumento práctico elaborado en el marco del Laboratorio Natural Subantártico para apoyar a universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior en la identificación, alineación y proyección de sus actividades con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La guía responde a una necesidad estratégica del LNS: consolidar un enfoque de sostenibilidad que oriente su Hoja de Ruta y permita articular los esfuerzos científicos, docentes y de vinculación territorial con desafíos globales de desarrollo sostenible.

1. Propósito y contexto

El documento se sitúa en un escenario global marcado por crisis interdependientes —cambio climático, pérdida de biodiversidad, desigualdades sociales, tensiones institucionales— donde la Agenda 2030 aparece como un marco amplio para la acción colectiva. Las instituciones de educación superior son actores clave porque generan conocimiento, forman profesionales, desarrollan innovación y ejercen liderazgo territorial. Vincular su quehacer con los ODS permite fortalecer la relevancia social de la academia y alinear su contribución con metas de impacto global y local.

En el caso del LNS, esta guía surge directamente de la Hoja de Ruta, que plantea como principio orientador tributar explícitamente a los ODS. Su creación permite ordenar y sistematizar dicha vinculación, posicionando al proyecto como un articulador de ciencia pertinente al territorio y coherente con estándares internacionales de sostenibilidad.

2. ¿Qué son los ODS?

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son un conjunto de 17 objetivos creados en 2015 por Naciones Unidas, con 169 metas y 231 indicadores, que orientan los esfuerzos globales hacia un desarrollo equitativo, inclusivo y ambientalmente responsable. Agrupados en los ejes de personas, planeta, prosperidad, paz y alianzas, los ODS abordan temas que van desde la educación y la igualdad de género hasta la acción climática, la protección de ecosistemas y la innovación.



La guía sintetiza cada uno de los 17 objetivos, destacando su relevancia para el trabajo universitario y para el ecosistema científico de la macrozona austral. Se enfatiza que los ODS son universales, interdependientes y requieren la participación de gobiernos, sociedad civil, empresas y academia.

3. Áreas de contribución de las instituciones de educación superior a los ODS

El documento identifica cuatro áreas principales donde las instituciones pueden incidir:

- a) Educación y aprendizaje:** Incorporación de los ODS en currículos de pre y posgrado, formación continua, educación inclusiva, promoción del pensamiento crítico y movilización estudiantil.
- b) Investigación:** Fomento de investigaciones interdisciplinarias, desarrollo tecnológico para desafíos ambientales y sociales, cooperación internacional, participación estudiantil en proyectos y fortalecimiento de redes científicas.
- c) Gestión y gobernanza:** Políticas internas de sostenibilidad, gestión energética y de residuos, equidad de género, compras sostenibles, bienestar laboral y gobernanza institucional coherente con los ODS.
- d) Liderazgo social:** Vinculación con comunidades locales, colaboración público-privada, incidencia en políticas públicas, alianzas territoriales y difusión de conocimiento para la toma de decisiones. Estas áreas permiten comprender el rol integral de las instituciones de educación superior como agentes de cambio y no solo como instituciones educativas.

4. Metodología de vinculación con los ODS

El aporte principal de la guía es presentar una metodología de tres etapas para que una institución pueda medir y fortalecer su contribución a los ODS:

- **Etapas:**
 - Etapa 1: Reconocer**

Consiste en mapear las iniciativas existentes en docencia, investigación, gestión y liderazgo social. Incluye fichas de identificación de proyectos, matrices para relacionar actividades con metas ODS y herramientas de autodiagnóstico.



- **Etapa 2:** Adaptar

Busca identificar brechas, oportunidades y prioridades institucionales. Implica desarrollar capacidades internas, instalar liderazgos, promover la coordinación inter-unidades y alinear planes institucionales con los ODS.

- **Etapa 3:** Implementar

Apunta a integrar la sostenibilidad en políticas, indicadores y estrategias institucionales, así como a desarrollar acciones nuevas, monitorear avances y comunicar resultados.

5. Relevancia para el LNS

La guía es especialmente significativa para el Laboratorio Natural Subantártico. Permite:

- Alinear sus iniciativas con metas globales de sostenibilidad.
- Integrar el enfoque ODS en la Hoja de Ruta 2025–2036.
- Sistematizar la contribución de productos como el GeoPortal, el Atlas, los procesos formativos, la internacionalización y la vinculación territorial.
- Fortalecer la cultura institucional de sostenibilidad dentro del ecosistema de CTCi austral.

En síntesis, la guía es un instrumento operativo que articula ciencia, sostenibilidad y territorio, y que proyecta al LNS como una plataforma de innovación y gobernanza para enfrentar los desafíos socioambientales de la macrozona austral.



7.4. Guía de Buenas Prácticas para la Relación entre Ciencia y Comunidades en los LNS

La Guía de Buenas Prácticas para la relación entre el mundo científico y las comunidades presentes en los territorios de los Laboratorios Naturales Subantárticos es un documento orientador que busca promover prácticas éticas, situadas e interculturales en la investigación científica desarrollada en los ecosistemas y territorios australes de Chile. Elaborada en el marco del Nodo LNS, su propósito es evitar prácticas extractivas, reconocer derechos colectivos y promover una vinculación responsable entre investigadores y comunidades que habitan fiordos, canales, bosques, turberas, glaciares y estepas de la macrozona subantártica.

1. Propósito y enfoque general de la guía

El documento reconoce que los territorios donde se sitúan los LNS no son espacios vacíos, sino lugares habitados y cargados de significados culturales, históricos y espirituales para pueblos originarios y comunidades locales. Toda investigación en estos territorios tiene efectos materiales, simbólicos y políticos, lo que exige un enfoque ético que supere la lógica tradicional de la ciencia extractiva y unilateral.

La guía surge también como respuesta a los hallazgos del Informe de Interculturalidad del Nodo Conexión Sur, que identificó tres tensiones centrales: la desconfianza hacia la ciencia institucionalizada, la asimetría epistémica frente a los saberes locales e indígenas, y el desconocimiento de protocolos comunitarios. Este diagnóstico evidencia la necesidad de transitar hacia una ciencia intercultural, colaborativa y respetuosa de los derechos de los pueblos y de los equilibrios socioecológicos.

2. Fundamentos conceptuales y marcos normativos

La guía integra marcos internacionales y nacionales que resguardan los derechos culturales, territoriales y epistémicos de los pueblos indígenas. Entre ellos destacan:



- **Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) y Protocolo de Nagoya**, que establecen principios sobre el uso de conocimientos tradicionales y la participación justa y equitativa en beneficios.
- **Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas**, que reconoce el derecho a la protección y control del patrimonio cultural y del conocimiento tradicional.
- **Convenio 169 de la OIT**, vinculante para Chile, que exige la participación efectiva de los pueblos indígenas en decisiones que afecten sus territorios y prácticas culturales.
- **Protocolos comunitarios específicos**, como el Protocolo Yagán de Bahía Mejillones y el Convenio UMAG–Comunidad Kawésqar de Puerto Edén, que fijan condiciones claras para la investigación y el uso de información cultural.
- **Enfoque de Ética Biocultural**, propuesto por Ricardo Rozzi, que plantea que la conservación debe integrar simultáneamente patrimonio natural y cultural, reconociendo a todos los habitantes —humanos y no humanos— como cohabitantes con agencia.

Estos estándares convergen en una idea común: la investigación en territorios subantárticos requiere respetar la diversidad biocultural, reconoce derechos colectivos y promueve relaciones horizontales entre ciencia y comunidad.

3. Estándares y recomendaciones de buenas prácticas

La guía presenta recomendaciones organizadas en tres niveles progresivos de involucramiento comunitario:

a) Reconocimiento del territorio y sus habitantes

Incluye protocolos de llegada y salida del territorio, la identificación de actores relevantes, la socialización temprana del proyecto, la claridad respecto de objetivos y alcances, y el respeto por normas culturales particulares. En territorios con presencia indígena, se deben considerar reuniones diferenciadas y el cumplimiento de protocolos específicos.



b) Uso ético del conocimiento local y propiedad intelectual

Se enfatiza:

- La necesidad de reconocimiento y coautoría cuando el conocimiento local resulta fundamental para los hallazgos científicos.
- La protección de conocimientos ecológicos tradicionales como patrimonio cultural.
- El consentimiento libre, previo e informado para el uso de imágenes, registros audiovisuales o referencias culturales.
- El respeto por restricciones territoriales y sitios sagrados o tabúes, especialmente entre pueblos como el Yagán o el Kawésqar.

c) Investigación colaborativa

La guía señala que la verdadera colaboración implica la participación comunitaria en el diseño de preguntas, la definición de objetivos y, cuando sea posible, en la recolección y análisis de datos. Si bien la ciencia ciudadana puede complementar este vínculo, no reemplaza la colaboración plena. Se recomienda al menos una línea colaborativa en programas de investigación de largo aliento.



4. Relevancia para el LNS y su gobernanza

El documento subraya que las buenas prácticas no solo orientan la conducta individual de los investigadores, sino que contribuyen a consolidar la legitimidad social del LNS como plataforma de ciencia y desarrollo sostenible. Una gobernanza basada en la reciprocidad, el respeto intercultural y la justicia epistémica fortalece la confianza entre actores y permite una ciencia más pertinente, ética y territorialmente enraizada.

7.5. Análisis del Marco Normativo de Ecosistemas Subantárticos en Chile

El informe de Análisis normativo del Laboratorio Natural Subantártico examina el entramado legal e institucional que rige la protección de los ecosistemas priorizados en la macrozona austral de Chile. A través de una revisión exhaustiva de normas constitucionales, legales y reglamentarias, identifica vacíos, tensiones, oportunidades y desafíos para una gobernanza efectiva de fiordos y canales, bosques y turberas, glaciares andino-patagónicos y estepa fueguino-patagónica.

El marco general está sostenido por la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), la reciente Ley Marco de Cambio Climático (2023) y la nueva Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP). A ello se suman normativas sectoriales, instrumentos internacionales y leyes específicas como la Ley de Bosque Nativo, la Ley de Humedales Urbanos, la Ley Lafkenche y la recién promulgada Ley de Turberas.

Uno de los hallazgos centrales del informe es la fragmentación normativa, que genera zonas grises de aplicación y debilita la protección de ecosistemas sensibles. En fiordos y canales, por ejemplo, la coexistencia de normativas sobre pesca, acuicultura y concesiones marítimas, junto con figuras de conservación como parques o reservas, produce contradicciones. La expansión de actividades productivas como la salmonicultura entra en conflicto con objetivos de conservación y derechos de pueblos originarios, como se evidencia en la Reserva Kawésqar.

En el caso de los bosques y turberas, si bien existen instrumentos más robustos —como planes de manejo, incentivos de conservación y protección directa de especies— aún persisten desafíos en su implementación. La nueva Ley de Turberas, que prohíbe la extracción de turba y regula estrictamente la cosecha de musgo *Sphagnum*, representa un avance significativo. Sin embargo, su operatividad dependerá de la capacidad fiscalizadora del SBAP y de la articulación con servicios como el SAG y el MMA.



En cuanto a los glaciares, el informe subraya la ausencia de una ley específica. Su protección depende de mecanismos indirectos, como su inclusión en áreas protegidas, su estatus como bienes nacionales de uso público según el Código de Aguas y su eventual evaluación ambiental si se ven amenazados por proyectos. Esta situación deja a muchos glaciares fuera de áreas protegidas en una posición de alta vulnerabilidad.

La estepa patagónica es, según el informe, el ecosistema con menor cobertura normativa. Su resguardo depende de instrumentos dispersos —como la Ley de Caza o programas de manejo agropecuario— y de su inclusión parcial en reservas o parques. La presión por sobrepastoreo, desertificación y especies invasoras requiere una estrategia legal más estructurada.

El informe también identifica debilidades transversales en fiscalización, coordinación institucional y planificación territorial. La superposición de competencias, la escasa implementación de planes de ordenamiento y la ausencia de criterios comunes dificultan una gobernanza ambiental integral. Se destaca la urgencia de avanzar en zonificaciones vinculantes, integración de instrumentos y fortalecimiento de capacidades regionales para enfrentar los desafíos del cambio climático.

Finalmente, el informe releva que la descentralización ambiental, impulsada desde 2018, abre una ventana de oportunidad para una gobernanza ecosistémica más efectiva desde lo local. La articulación entre gobiernos regionales, comunidades, actores públicos y científicos será clave para construir un marco normativo más coherente, preventivo y adaptado a los desafíos del territorio subantártico.



7.6. Internacionalización de LNS

El proceso de internacionalización del Laboratorio Natural Subantártico se ha consolidado como uno de los componentes estratégicos más relevantes para proyectar la ciencia, la gobernanza y los ecosistemas bioculturales australes en circuitos globales. La internacionalización no aparece como un objetivo aislado, sino como una estrategia transversal que busca potenciar la visibilidad internacional del territorio subantártico, fortalecer redes científicas, atraer colaboraciones, posicionar la plataforma en agendas globales y facilitar la circulación de conocimiento, investigadores y herramientas tecnológicas vinculadas al proyecto.

Uno de los pilares del proceso consiste en el posicionamiento del LNS como un referente global de investigación situada en ambientes subantárticos, integrando la plataforma en redes internacionales de ciencia y conservación. En este marco, las instituciones participantes —particularmente la Universidad de Magallanes y el Centro Internacional Cabo de Hornos— han impulsado alianzas con centros dedicados al estudio del cambio climático, la conservación biocultural y la investigación antártica y subantártica. Además, en un trabajo en conjunto con ANID y la Fundación Imagen de Chile se ha llevado a cabo un proceso de creación colaborativa de relatos que den a conocer globalmente a Chile como un Laboratorio Natural. Esto permite que el LNS se inserte en trayectorias de cooperación ya existentes, pero también que abra caminos nuevos para la co-producción de conocimiento y la realización de proyectos conjuntos.

La internacionalización también se expresa a través de la puesta en valor de los productos digitales del LNS, especialmente el Atlas Subantártico y el Geoportal, este proceso ha contemplado adaptar estos productos hacia audiencias globales mediante traducciones, estandarización de metadatos, incorporación de líneas discursivas comparables con estudios de otras regiones extremas. La internacionalización del Atlas y del Geoportal se ha concebido como un modo de ampliar el alcance científico del proyecto, al mismo tiempo que se van fortaleciendo las capacidades institucionales en interoperabilidad, gestión de datos y divulgación científica.



Otro componente importante del proceso es la consolidación de redes académicas y de investigación. Esto incluye el establecimiento de convenios, participación en redes temáticas, cooperación con laboratorios naturales nacionales e internacionales, y la invitación de investigadores a participar en seminarios, ferias científicas y actividades de transferencia. Se busca que estas alianzas no solo fortalezcan las capacidades de investigación, sino que también fomenten aprendizajes mutuos sobre gobernanza de territorios extremos, conservación biocultural y estrategias de planificación territorial basadas en evidencia.

En una dimensión territorial, la internacionalización permite conectar al LNS con debates globales sobre turismo científico de bajo impacto, áreas remotas vulnerables, gestión adaptativa de ecosistemas frágiles y derechos bioculturales, temas donde la experiencia subantártica chilena puede ofrecer aprendizajes significativos. De esta manera, el proyecto no solo dialoga con agendas científicas internacionales, sino también con marcos normativos y políticos globales, integrándose en instancias multilaterales vinculadas a biodiversidad, cambio climático, pueblos originarios y desarrollo sostenible.

Las acciones priorizadas para fortalecer este proceso incluyen el desarrollo e implementación de una estrategia de internacionalización, la conformación de equipos responsables, la identificación de socios estratégicos, la sistematización de la oferta científica del LNS para facilitar su circulación global, el posicionamiento internacional del LNS y la creación de un sello subantártico que contribuya a la realización de investigaciones científicas respetuosas del medioambiente y vinculadas con los territorios. Estas actividades se complementan con esfuerzos de difusión, participación en eventos internacionales, diseño de mecanismos de intercambio académico y fortalecimiento de capacidades locales para proyectar el territorio en circuitos globales.

En conjunto, el proceso de internacionalización del LNS constituye una vía para amplificar el impacto territorial, científico y político del proyecto, posicionando a la macrozona austral como un nodo estratégico en la conversación global sobre sostenibilidad, ciencia en ambientes subantárticos e innovación territorial.





Conclusiones: Metas y temporalidad de la hoja de ruta

08

La Hoja de Ruta del Laboratorio Natural Subantártico establece un marco estratégico organizado en tres Programas de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, con metas específicas para los horizontes de corto (2025–2027), mediano (2028–2031) y largo plazo (2032–2036). Estas metas no solo definen los resultados esperados del proyecto, sino que estructuran las trayectorias de acción para los distintos actores del ecosistema subantártico. En este contexto, las iniciativas del LNS —tanto las actualmente en ejecución como las proyectadas— se alinean directamente con las metas programáticas, permitiendo construir un modelo de gobernanza territorial, científica y ambiental con coherencia multiescalar y progresiva.

Programa 1: Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

Este programa busca consolidar redes institucionales, proyectar la investigación subantártica y fortalecer la internacionalización de la CTCi regional. Las metas de corto plazo apuntan a articular al menos 10 instituciones con agendas colaborativas. Iniciativas como el Geoportal LNS y el Atlas Subantártico responden directamente a esta meta, al habilitar una plataforma de interoperabilidad de datos, visualización territorial e interacción entre actores académicos, técnicos y ciudadanos. También tributan la Guía de Vinculación con los ODS y el proceso de internacionalización, ambos ya ejecutados, que han permitido establecer vínculos con redes científicas globales y generar capacidades institucionales para alinear el trabajo académico con los estándares de sostenibilidad de la Agenda 2030.

Hacia el mediano plazo, la Hoja de Ruta proyecta la consolidación de una red de colaboración subantártica con gobernanza operativa. Aquí se inserta la proyección del Observatorio Subantártico de Ambientes Extremos, que busca generar investigación comparada con otros laboratorios naturales del hemisferio sur. A largo plazo, se espera que el LNS se transforme en un nodo regional de innovación y ciencia aplicada, y en este sentido, iniciativas como el programa de formación técnica y científica para estudiantes de la macrozona (actualmente en etapa de diseño) contribuirán a cerrar brechas de capital humano y aumentar la densidad científica en el territorio.

Programa 2: Bienestar Social

Este programa apunta a fortalecer el vínculo entre ciencia y sociedad, promoviendo la apropiación social del conocimiento y la equidad territorial. Su meta de corto plazo consiste en implementar una estrategia de apropiación en al menos un territorio piloto. Las Guías de Buenas Prácticas para la Relación entre Ciencia y Comunidades, así como el trabajo realizado en la Reserva de Biosfera Laguna San Rafael y El Guayaneco (RB LSRG), cumplen un rol fundamental en este objetivo. Ambas iniciativas promueven una lógica de cohabitación, respeto intercultural y puesta en valor del conocimiento situado, favoreciendo un diálogo horizontal entre investigadores, comunidades y actores institucionales.

En el horizonte mediano, se proyecta la creación de dispositivos de mediación territorial, como centros de interpretación o nodos educativos en zonas estratégicas del LNS. Iniciativas proyectadas como el Centro de Gobernanza Biocultural en Puerto Natales o el espacio de mediación intercultural en Puerto Edén —hoy en fase de prefactibilidad— contribuirán al desarrollo de estas metas. A largo plazo, se espera que estos dispositivos permitan la inserción del conocimiento subantártico en procesos educativos formales y no formales, así como la generación de indicadores de impacto socioterritorial. También se consideran como parte de esta trayectoria los programas de formación y capacitación para funcionarios públicos y líderes comunitarios, proyectados para 2028–2030.



Programa 3: Gestión Ambiental Local

Este programa busca consolidar mecanismos de monitoreo, ordenamiento y planificación territorial informada por evidencia científica. Su meta de corto plazo apunta a instalar un sistema de monitoreo participativo del estado de singularidades ambientales, tarea ya iniciada mediante los módulos del Geoportal, las fichas normativas y el Informe Marco Legal del LNS. Estos productos han permitido identificar zonas críticas, brechas regulatorias y vacíos de gestión en torno a glaciares, fiordos, estepas, bosques y turberas.

En la fase mediana, la Hoja de Ruta propone la generación de información ambiental de alta resolución integrada a procesos regionales de planificación (Zonificación, Estrategias Regionales, planes de ordenamiento). Proyectos proyectados como la Plataforma de Evaluación de Impacto Territorial del Conocimiento (PETIC), actualmente en etapa de diseño, apuntan a cumplir ese rol, consolidando un sistema de información para uso de gobiernos regionales, servicios públicos y tomadores de decisión. A largo plazo, se espera que el LNS contribuya activamente a la creación de marcos normativos adaptativos y a la implementación de políticas públicas con base en ciencia, incluyendo posibles reformas al sistema de áreas protegidas, regímenes de concesión y normativas específicas para ambientes extremos.

Esta articulación entre metas y acciones permite visualizar al LNS no solo como un conjunto de productos o iniciativas aisladas, sino como un ecosistema programático de largo plazo, donde cada acción tributa a una meta común en función de su temporalidad, escala y propósito estratégico. Esta lógica de planificación progresiva es la que da coherencia operativa a la Hoja de Ruta, permitiendo integrar ciencia, territorio y política pública en un modelo replicable y transferible hacia otros laboratorios naturales del país.



Referencias Bibliográficas

- Amanatidou E., M. Butter, V. Carabias, T. Könnölä, M. Leis, O. Saritas, (2012). On concepts and methods in horizon scanning: Lessons from initiating policy dialogues on emerging issues. *Science and Public Policy* 39(2): 208–221. <https://doi.org/10.1093/scipol/scs017>
- Aguilera, J. M., & Larraín, F. (2021). Natural laboratories in emerging countries and comparative advantages in science: Evidence from Chile. *Review of Policy Research*, 38, 732–753. <https://doi.org/10.1111/ropr.12450>
- Banco Interamericano de Desarrollo, BID (2011). *Los Sistemas Regionales de Innovación en América Latina*.
- Callon, M. (1981). Pour une sociologie des controverses technologiques. *Fundamenta Scientiae*, 12(2), 381–399.
- Cho Y., S.P. Yoon & K.S. Kim (2016). An industrial technology roadmap for supporting public R&D planning. *Technological Forecasting and Social Change* 107: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.006>
- Convenio de cooperación Universidad de Magallanes – Comunidad Kawésqar de Puerto Edén Universidad de Magallanes, & Comunidad Kawésqar de Puerto Edén. (2011, 8 de septiembre). Convenio de cooperación.
- Fedetur: “Turismo Sustentable, suena bien pero ¿Qué es?” (2022) https://fedetur.cl/20893/fedetur_en_la_prensa/turismo-sustentable-suena-bien-pero-que-es/
- Ghobakhloo M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management* 29(6): 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Godet M. (2007). *Prospectiva Estratégica: problemas y métodos* (2da ed.), pg. 6. Paris: Laboratoire d’Investigation Prospective et Stratégique. Recuperado a partir de [<http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf>] (junio 2021)
- Hennessy, E. (2018) The politics of a natural laboratory: Claiming territory and governing life in the Galápagos Islands. *Social Studies of Science* 2018, Vol. 48(4) 483–506.



- International Labour Organization. (1989). Indigenous and Tribal Peoples Convention, 1989 (No. 169). https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=-NORMLEXPUB:12100:0::NO::PI2100_ILO_CODE:C169
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. IPBES Secretariat. <https://ipbes.net/global-assessment>
- Lu H.P. & C.I. Weng (2018). Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry. *Technological Forecasting and Social Change* 133: 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.005>
- Lu H. P., Chen, C. S., & Yu, H. (2019). Technology roadmap for building a smart city: An exploring study on methodology. *Future Generation Computer Systems* 97: 727–742. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.03.014>
- Mazzucato M. (2018). *Missions: Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union*. Bruselas, Bélgica: Comisión Europea.
- Natural Justice. (2012). Guía para el desarrollo de protocolos comunitarios bioculturales. <https://www.naturaljustice.org/publication/community-protocols-toolkit/>
- Nin, M. y Shmite, S. (2015). El Mediterráneo como frontera: desequilibrios territoriales y políticas migratorias. *Perspectiva Geográfica*, 20(2), 339–364. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/pgeo/v20n2/v20n2a06.pdf>
- Nodo Ciencia Austral (2023) “Hoja de Ruta: Ciencia tecnología, conocimiento e innovación para la Macrozona Austral de Chile (2020–2030)” edición Negro Estudio”.
- Peña F., & Inostroza, C., “Informe Diagnóstico de Desequilibrios Territoriales en la Macrozona Sur” Nodo Conexión Sur. Universidad Católica de Temuco.
- Planas Serralta L.M. & I.F. de Lucio (2018). First regional innovation strategies in Chile. *Journal of Technology Management and Innovation* 13(2): 69–81. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000200069>



Protocolo de buenas prácticas para la protección del patrimonio cultural indígena yagán Comunidad Indígena Yagán de Bahía Mejillones. (s. f.). Protocolo de buenas prácticas para la protección del patrimonio cultural indígena yagán.

Rozzi, R. (2018). La filosofía ambiental de campo y la ecorregión subantártica de Magallanes como un laboratorio natural en el Antropoceno. *Magallania*, 46(1), 7–15. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442018000100007>

Shih, A. (2019). The most perfect natural laboratory in the world: Making and knowing Hawaii National Park. *History of Science* 2019, Vol. 57(4) 493–517

SUBDERE-IDER (2016). Manual metodológico de prospectiva territorial. Guía práctica, Métodos y Ejemplos. Santiago: Academia SUBDERE.

Van Rij V. (2010). Joint horizon scanning: Identifying common strategic choices and questions for knowledge. *Science and Public Policy* 37(1): 7–18. <https://doi.org/10.3152/030234210X484801>

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (1992). Convention on Biological Diversity. United Nations <https://www.cbd.int/convention/text/>

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2011). Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization. <https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-en.pdf>

United Nations General Assembly. (2007). United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples (A/RES/61/295). United Nations. <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/declaration-on-the-rights-of-indigenous-peoples.html>





Descubre la patagonia chilena junto a
LaboratorioNaturalSubantártico

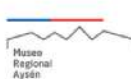
www.nodosubantartico.cl

INSTITUCIONES ASOCIADAS:



UMAG
Universidad de Magallanes

CHIC
CENTRO CHILENO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FINANCIA:

