

INFORME "DESAFÍOS EN CTCI "

LOS DESAFÍOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN EN EL LABORATORIO NATURAL SUBANTÁRTICO

Nodo LaboratorioNaturalSubantártico.

JUNIO 2025



NODO
**Laboratorio
Natural
Subantártico**

Documento elaborado en el marco del proyecto “Red colaborativa para el desarrollo del Laboratorio Natural Subantártico: Fortalecimiento de la investigación científica y sus impactos socioambientales y económicos en la Macrozona Austral” financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID/NEL123N0002). Ejecutado por la Universidad de Magallanes en asociación con la Universidad de Aysén, el Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC, ANID/BASAL FB210018), el Museo Regional de Aysén, el Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) y apoyo de la Universidad de La Frontera.

Autores

Equipo Hoja de Ruta. Nodo Laboratorio Natural Subantártico.

Edición: Equipo Nodo Laboratorio Natural Subantártico.

Diseño y Diagramación

Consuelo

Jessica Pichulaf

Cómo citar este informe:

Nodo Laboratorio Natural Subantártico (2025). *Los desafíos en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en el Laboratorio Natural Subantártico.*

Nodo Laboratorio Natural Subantártico. Recuperado de:

<https://nodosubantartico.cl/productos/>

Este documento está bajo la Licencia Creative Commons Atribución – CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0).

Se permite copiar, distribuir y adaptar el contenido con atribución, y cualquier obra derivada debe mantenerse bajo la misma licencia. Más información:
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Los desafíos en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en el Laboratorio Natural Subantártico¹

Contenidos

1. Resumen ejecutivo	2
2. Presentación	4
3. Resultados	6
3.1. Desafío 1. Institucionalidad, gobernanza y capital social	7
3.2. Desafío 2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCi	11
3.3. Desafío 3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana	17
3.4. Desafío 4. Sustentabilidad, sectores económicos y actividades antrópicas	24
3.5. Desafío 5. Cambio climático, sustentabilidad y medio ambiente	31
3.6. Desafío 6. Pueblos originarios, conservación y CTCi	35
4. Anexos	40

¹ Informe elaborado por el equipo de Hoja de Ruta del Laboratorio Natural Subantártico. 10 de junio de 2025

1. Resumen ejecutivo

El presente informe sistematiza y actualiza los desafíos estratégicos en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCi) para el Laboratorio Natural Subantártico (LNS), iniciativa que articula una red de actores científicos, académicos, públicos, privados y de la sociedad civil en el extremo sur de Chile. Elaborado por el componente de Hoja de Ruta del proyecto entre 2023 y 2025, este documento se enmarca en un proceso de planificación estratégica orientado a consolidar al LNS como una plataforma de generación de conocimiento situada, con relevancia territorial y proyección internacional.

La construcción de estos desafíos se basa en una metodología cualitativa de sistematización, que incluye el análisis de capacidades regionales en CTCi, la revisión de documentos técnicos, entrevistas en profundidad a actores clave del ecosistema, transcripciones, talleres participativos y análisis de contexto territorial. La versión actual incorpora además los aportes recibidos desde el equipo ampliado del proyecto, así como hallazgos derivados del diagnóstico general del LNS.

Se identificaron seis desafíos estratégicos, cada uno de los cuales recoge problemáticas estructurales, tensiones institucionales y oportunidades emergentes para el fortalecimiento del ecosistema CTCi en la macrozona austral. A su vez, cada desafío incluye aspectos específicos diferenciados por subcategorías territoriales del LNS —glaciares andino-patagónicos, fiordos y canales patagónicos, estepa fuego-patagónica y bosques y turberas más australes—, lo que permite orientar acciones de forma situada.

Desafíos estratégicos en CTCi para el LNS

1. Institucionalidad, gobernanza y capital social

Este desafío reconoce la necesidad de una estructura de gobernanza articulada y multiescalar que permita la proyección sostenida del LNS. Se enfatiza la importancia de establecer una institucionalidad capaz de coordinar a los diversos actores del ecosistema científico en diálogo con la Seremi de CTCi y con

los gobiernos regionales, sin necesidad de crear figuras jurídicas rígidas o autónomas. El desafío implica transitar desde una lógica de proyectos hacia una lógica de plataforma territorial, fortaleciendo la coordinación interinstitucional, la legitimidad social y la capacidad de incidencia en políticas públicas.

2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCi

Este eje aborda las brechas existentes en infraestructura, formación de capital humano, capacidades técnicas y articulación de redes científicas. Se identifican desafíos en la sostenibilidad de los proyectos, la disponibilidad de equipos con dedicación exclusiva y la necesidad de consolidar redes académicas regionales. A la vez, se valora el capital humano ya existente en universidades, centros de formación técnica y otras entidades, planteando un enfoque positivo que reconozca las capacidades instaladas y su potencial expansión a través de alianzas estratégicas.

3. Divulgación, apropiación social y ciencia ciudadana

Se plantea que una de las claves para la consolidación del LNS es la generación de una ciencia con sentido público, es decir, que sea reconocida y valorada por los habitantes del territorio. Para ello, se identifican como fundamentales la comunicación del conocimiento, la vinculación con comunidades escolares, la producción de contenidos educativos y la promoción de metodologías participativas. La apropiación social del LNS depende de su capacidad para articular preguntas científicas con las necesidades, historias y visiones del territorio.

4. Sustentabilidad, sectores económicos y actividades antrópicas

Este desafío explora la relación entre la ciencia y los sectores productivos presentes en el territorio, como la ganadería, el turismo, la pesca y la industria forestal. Se destaca la necesidad de transitar hacia modelos productivos más sustentables, desde una perspectiva biocultural y de manejo adaptativo. También se plantea el turismo científico como una vía para articular conservación, educación y desarrollo local. Este enfoque permite integrar la

investigación a los debates sobre sostenibilidad y transformación económica en ambientes extremos.

5. Cambio climático, sustentabilidad y medio ambiente

El LNS se posiciona como un laboratorio natural privilegiado para la observación de largo plazo del cambio climático. Este desafío implica fortalecer las capacidades de monitoreo ambiental, promover la cooperación científica internacional y generar evidencia relevante para políticas públicas de conservación. Se señala que los ambientes subantárticos funcionan como sensores de cambio global, por lo que su estudio requiere enfoques interdisciplinarios, inversión sostenida en investigación y marcos éticos que respeten la singularidad ecológica de estos territorios.

6. Pueblos originarios, conservación y CTCi

Finalmente, se reconoce la necesidad de incorporar de manera efectiva los saberes de los pueblos originarios y las comunidades locales en el quehacer científico. Este desafío apunta a superar las jerarquías epistémicas que han invisibilizado otras formas de conocimiento, avanzando hacia prácticas de co-producción de conocimiento, metodologías interculturales y gobernanza inclusiva de la conservación. También se plantea el reconocimiento de herencias culturales híbridas —como las de los pobladores rurales de poblamiento tardío— como parte del entramado de saberes que configuran el territorio subantártico.

Este informe no busca establecer una agenda cerrada, sino ofrecer una base estratégica y situada para el diseño de una hoja de ruta en CTCi para el Laboratorio Natural Subantártico, con horizonte 2025–2035. Los seis desafíos identificados, junto con sus aspectos específicos por ambiente, permiten proyectar una planificación diferenciada, sensible al territorio y capaz de articular ciencia, política pública y demandas locales. El documento constituye un insumo fundamental para la toma de decisiones institucionales y la implementación de estrategias que posicen al LNS como una plataforma de conocimiento abierta, descentralizada y con vocación transformadora.

2. Presentación

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)². 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 y el Centro Internacional Cabo de Hornos para Estudios de Cambio Global y Conservación Biocultural. 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

² Web del proyecto: <https://www.nodosubantartico.cl/>

disponer de la validación de los actores que tienen relación con estos (SUBDERE-IDER 2016)³. 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.

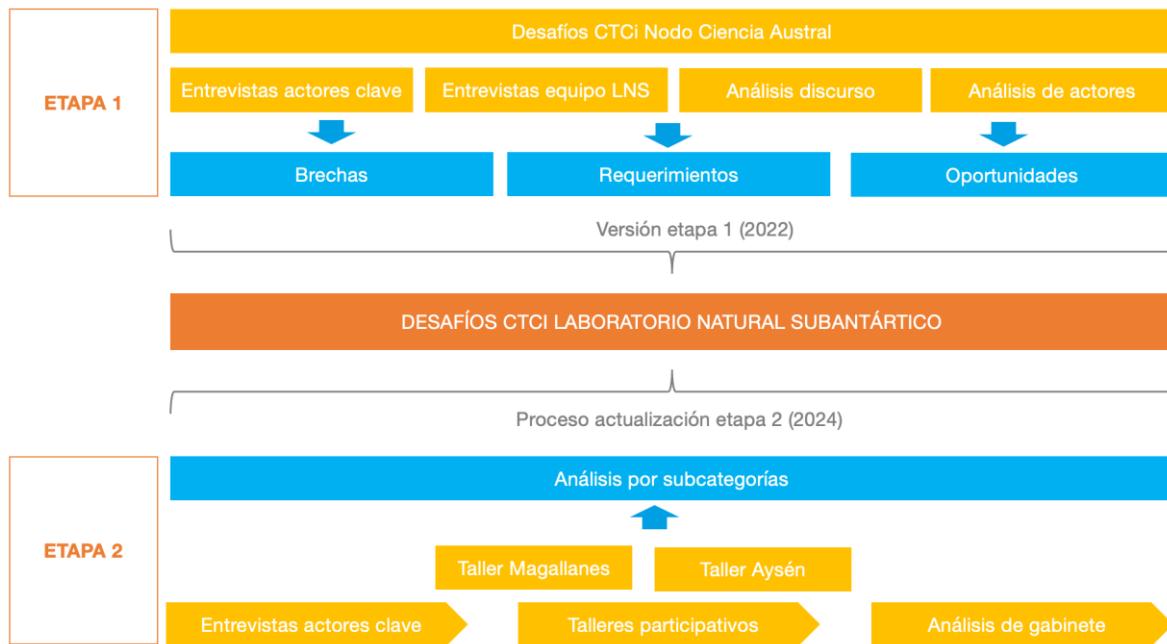
Como se puede reflejar en el esquema 1, el proceso de identificación de desafíos comenzó en la etapa 1 del proyecto (año 2022) y su propósito fue identificar aquellos que son compartidos, pero considerando los avances realizados en el marco de la ejecución del proyecto Nodo Ciencia Austral. Para obtener 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.

³ SUBDERE-IDER (2016). Manual metodológico de prospectiva territorial. Guía práctica, Métodos y Ejemplos. Santiago: Academia SUBDERE.

- 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 Austral⁴.

Esquema 1: 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.

⁴ Para más detalles sobre estas actividades revisar sección de anexos.

- 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.

3. Resultados

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 (LNS). 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 Nodo 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)⁵. 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. Lo anterior, se puede observar en la siguiente tabla.

⁵ 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>

Tabla 1: categorías de análisis asociadas a las CTCi para la toma de decisiones

Ámbito	Temáticas específicas
Participación y gestión del territorio.	Generar mecanismos de participación y autonomía de los pueblos indígenas en distintas instancias de gobernanza en áreas protegidas.
	Avanzar en la autonomía y la toma de decisión de los pueblos originarios en la gestión de los ecosistemas.
	Inexistencia consulta ciudadana de los pueblos originarios en relación con la instalación de proyectos de inversión de sectores productivos.
	CTCi para la toma de decisión en base a la participación y utilización de Big Data.
Descentralización y solución de problemas	CTCi como ruta para la solución de problemáticas a nivel local y regional.
	Descentralización de las CTCi y recursos para realizar investigación en la región.
	Institucionalidad que gestione en base a las particularidades del territorio.
	Limitación de la tecnología en la solución de los problemas del territorio.
Integración LNS con instrumentos de planificación .	Integración de los Laboratorios Naturales con las zonas de interés turístico (ZOIT) como insumo para los gobiernos locales y regionales.
Colaboración ciencia – Sectores productivos.	Ciencia para mejorar la colaboración de los procesos y monitoreo de 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.

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, conservación, 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.

3.2. Desafío 2. Fortalecimiento de las capacidades en CTCi

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 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. En la tabla se sistematizan los ámbitos de análisis referente a las capacidades científicas:

Tabla 2: categorías de análisis asociadas a las brechas de capacidades científicas identificadas en los LNS

Ámbito	Temáticas específicas
Capital Humano	Formación y retención de capital humano especializado local y regional.
	Generar incentivos para la atracción de capital humano especializado.

	Diseñar plan estratégico para programas de pre y posgrado con pertinencia territorial y sectores claves.
	Falta formación de profesionales e instituciones/universidades para la divulgación y transferencia científica.
Infraestructura e Inversión	Baja inversión en CTCI en el sector público.
	Brechas de infraestructura.
	Creación de nuevos laboratorios naturales y agendas de investigación con perspectiva de género en áreas protegidas.
	Brechas de información y gestión de datos para determinar requerimientos del territorio.
	Inversión en tecnología de punta para el monitoreo de la calidad del aire.
Conocimiento, Investigación y colaboración.	Fortalecer la investigación de las universidades estatales con programas de investigación sostenibles.
	Puesta en valor de la ciencia indígena y coautoría comunitaria en la conservación del patrimonio natural y cultural
	Reticencia de los investigadores a compartir información y bases de datos con actores públicos/privados.
	Investigación con foco en los impactos de los sectores productivos en el medio ambiente.
	Brechas de las ciencias en torno a conocimientos de especies endémicas y problemáticas territoriales.
	Brechas relacionadas a estudios de capacidad de carga del medio marino.

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 estudios 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 (H2V) 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 científico⁶: 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

⁶ Correspondiente a la síntesis de resultados e insumos generados por Nodo LNS año 2022.

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 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 mantenimiento 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 austral⁷.

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 las 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,

⁷ Esta información proviene de la síntesis diagnóstica mencionada anteriormente.

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 existe 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 los sitios piloto de los Laboratorios Naturales Subantárticos:

- i. Sitio Piloto Laguna San Rafael: juntas de vecinos de Puerto Aguirre, Estero Copo 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. Sitio Piloto 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. Sitio Piloto 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.

Tabla 3: categorías de análisis en torno a la vinculación entre la ciencia con los actores del territorio

Ámbito	Temáticas específicas
Vinculación ciencia y pueblos originarios	Generar mecanismos de participación y autonomía de los pueblos indígenas en distintas instancias de gobernanza en áreas protegidas.
	Proteger e incluir en la investigación los conocimientos, cosmovisiones y prácticas de conservación indígenas en espacios de significación simbólica.
	Aplicar modelos de investigación participativa basadas en la comunidad.
Vinculación regional, sectores estratégicos y LNS	Mejorar el vínculo entre la Región de Magallanes y la Antártica.
	Vincular la ciencia e infraestructura CTCI con el turismo, servicios públicos, sectores productivos y la comunidad
	Integración de los Laboratorios Naturales con las zonas de interés turístico (ZOIT) como insumo para los gobiernos locales y regionales.
Baja vinculación de la ciencia e impacto de las políticas con actores del territorio.	Baja vinculación de las ciencias con los gobiernos locales.
	Bajo impacto de las políticas públicas en innovación.
	Baja vinculación de la comunidad con la investigación realizada por universidades externas al territorio.
	Estrategias de divulgación científicas que permitan acercar la ciencia a la comunidad.
Proyecto Ciencia Abierta y fortalecimiento de la comunidad.	Ciencia como aporte al fortalecimiento de organizaciones de la sociedad civil insertas en el territorio.
	Desarrollar proyectos de ciencia abierta para mejorar el acceso al conocimiento de distintos grupos de interés.

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 económicos 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 exemplificó 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: a pesar 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.

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

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 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)⁸.

La segunda aproximación de este desafío corresponde a los impactos socioambientales que puede generar este tipo de actividad, en el caso del Nodo

⁸ Fedetur: “Turismo Sustentable, suena bien, pero ¿Qué es?” (2022) https://fedetur.cl/20893/fedetur_en_la_prensa/turismo-sustentable-suena-bien-pero-que-es/

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 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. En la siguiente tabla un resumen vinculado a este desafío/oportunidad.

Tabla 4: categorías de análisis vinculadas Impactos sectores productivos/actividades antrópicas

Ámbito	Temáticas específicas
Industria Salmonicultura	<p>Conflictividad comunidad local/Indígenas/sociedad civil por la expansión de la actividad salmonera en áreas protegidas.</p> <p>Asimilación cultural y cooptación social por parte de la industria salmonera</p>
Debilidad de marcos normativos e instrumentos de planificación.	<p>Debilidad de marcos regulatorios y fiscalización.</p> <p>Incoherencia por la contratación de los estudios de impacto ambiental sea financiado por los mismos sectores productivos.</p> <p>Inexistencia de planificación del crecimiento e impactos del turismo en el aumento de los residuos domiciliarios.</p> <p>Conflictividad por loteos y parcelaciones fuera de procesos de ordenamiento territorial.</p>
Explotación indiscriminada de especies claves.	Conflictividad por la explotación indiscriminada de especies claves para la mitigación del cambio climático, como las turberas.
Gobernanza para gestionar conflictividad	<p>Implementar mecanismos de gobernanza multinivel que permita gestionar la conflictividad entre el Estado/sector privado y sociedad civil; pueblos originarios.</p> <p>Generar mecanismos de participación y autonomía de los pueblos indígenas en distintas instancias de gobernanza en áreas protegidas.</p>
Hidrógeno Verde	<p>Impacto infraestructura energética (aerogeneradores) para la industria del hidrógeno verde en rutas migratorias de aves (muerte de especies).</p> <p>Avanzar en la transición de los modelos extractivos.</p>

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 sobre pesca. 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 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 —caminos, 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.

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

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, 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. Lo anterior se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 5: categorías de análisis asociados al Cambio Climático en la macrozona sur austral

Ámbito	Temáticas específicas
Mecanismos de adaptación en especies	Cambios de los macroorganismos tanto del medio acuático como terrestres.
	Adaptación al cambio climático.
Aumento temperatura global	Pérdida de glaciares (glaciar Grey).
	Aumento de la temperatura en el territorio Antártico.
	Escasez hídrica
Actividades antrópicas	Explotación de recursos por parte de las comunidades.
	Conflictividad por la explotación indiscriminada de especies claves para la mitigación del cambio climático, como las turberas.
	Introducción de especies exóticas e invasoras
	Soberanía alimentaria (dependencia de la región).
	Descarbonización de la industria.
	Extractivismo y migración.

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.

3.6. Desafío 6. Pueblos originarios, conservación y CTCI

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, Rozzi⁹ 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

⁹ 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>

tradicionales, atractivos turísticos y hasta expresiones artísticas, bajo un marco común que dé cuenta de todo aquello que hace único al territorio.

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 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. Sitio Piloto 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 Isla 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 salmonicultura, 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. Sitio Piloto 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. Sitio Piloto Cabo de Hornos: el territorio corresponde a la Reserva de la Biosfera 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 obstante, ésta debe ser igualmente considerada y consultada, de ser el caso, para todo el territorio yagán.

Por otra parte, entre las categorías observadas por el análisis del discurso y de percepciones para este desafío se identificaron: pueblos originarios, planificación urbana y ordenamiento territorial, conservación, investigación y desafíos en la conservación del medio natural. Lo anterior se puede apreciar en la tabla 6:

Tabla 6: categorías de análisis vinculadas a la conservación, investigación y pueblos originarios

Ámbito	Temáticas específicas
Pueblos originarios	Proteger e incluir en la investigación los conocimientos, cosmovisiones y prácticas de conservación indígenas en espacios de significación simbólica.
	Generar mecanismos de participación y autonomía de los pueblos indígenas en distintas instancias de gobernanza en áreas protegidas.
	Avanzar en la autonomía y la toma de decisión de los pueblos indígenas en la gestión de los ecosistemas.
	Asimilación cultural y cooptación social por parte de la industria salmonera.
	Inexistencia de planificación del crecimiento e impactos del turismo en el aumento de los residuos domiciliarios.

Ámbito	Temáticas específicas
Planificación urbana, ordenamiento territorial.	Conflictividad por loteos y parcelaciones fuera de procesos de ordenamiento territorial. Institucionalidad que gestione en base a las particularidades del territorio.
Conservación, investigación.	Creación de nuevos laboratorios naturales y agendas de investigación con perspectiva de género en áreas protegidas. Avanzar en la aplicación de un enfoque biocultural de la conservación, participativo y centrado en las personas. Fortalecer el turismo sustentable.
Desafíos en la conservación del medio natural.	Avanzar en la transición de los modelos extractivos. Conflictividad por la explotación indiscriminada de especies claves para la mitigación del cambio climático, como las turberas. Conflictividad comunidad local/indígenas/sociedad civil por la expansión de la actividad salmonera en áreas protegidas.

Al respecto, 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 salmonera 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 en la

- 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 trayectorias, 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 subantárticos¹⁰: 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 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

¹⁰ Informe Análisis del Marco Normativo de Ambientes Subantárticos en Chile.

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.

4. Anexos

A continuación, se detallarán las actividades de la metodología para la identificación y validación de desafíos en CTCi realizada para la etapa 1 del Laboratorio Natural Subantártico.

1. Entrevistas para la identificación de oportunidades y desafíos del equipo LNS: durante el inicio del proyecto Laboratorios Naturales Subantárticos el Equipo Hoja de Ruta realizó una serie de entrevistas semiestructuradas con el equipo del proyecto. La entrevista abordó las miradas de futuro, expectativas traducibles en áreas temáticas, procesos, acciones o iniciativas que a juicio del equipo debiesen ser parte de los resultados de la hoja de ruta. También se consultó sobre las percepciones de corto plazo de la hoja de ruta, para así identificar posibles acciones prioritarias de corto plazo¹¹.
2. Entrevistas para la identificación de oportunidades y desafíos de actores locales: durante los meses de agosto y septiembre de 2022, el equipo de Hoja de Ruta, entrevistó a diferentes actores territoriales de la macrozona austral con el objetivo de recopilar información para la elaboración del diagnóstico y hoja de ruta del proyecto. Las entrevistas fueron realizadas de forma presencial, online y por teléfono. La entrevista abordó preguntas orientadas a identificación de desafíos y oportunidades para el LNS en la macrozona austral. La información se ordenó en base a una construcción de tendencias que sintetizaron las diferentes visiones de las personas entrevistadas. El detalle de los actores entrevistados se encuentra en la tabla 3.

¹¹ El equipo entrevistado fue: Laura Sánchez Jardón. Rodrigo Villa. Eduardo Barros. Sergio Acevedo. Trace Gale. Andrés Adiego. Patricio Pliscoff. Alejandro Salazar. Iñigo Irarrázaval. Ronald Cancino. Víctor Sierpe. Osvaldo Vidal. Felipe Zúñiga. Juan Rivero de Aguilar. David Núñez. José Barrena. Sebastián Ibarra. Carlos Zamorano. Judith Pardo Ángela Hernández. Vivian Diaz. Andrea Foesel. Sergio Guitart y Roy Mackenzie.

Tabla 7: lista de actores entrevistados

Estamento	Institución	Cargo	Nombre y apellido
Sector público	Seremia de Economía, fomento y turismo Magallanes	SEREMI	Ruth Saieh
	Seremia Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación Macrozona Austral	SEREMI Profesional	Verónica Vallejos Carlos Morales
	Seremia Medio Ambiente Magallanes	SEREMI	Daniela Drogueyt
	Seremia Medio Ambiente Aysén	SEREMI	Javier Cárdenas
	Gobierno Regional de Magallanes	Jefe de gabinete	Pedro Ossandón
	CONAF Magallanes	Profesional	Jorge González
Municipios	Ilustre Municipalidad de Cabo de Hornos	Directora SECPLAN	Johanna Andrea Cárdenas Vargas
	Ilustre Municipalidad de Aysén	Directora SECPLAN	Rocío Bórquez Jorquera
	Ilustre Municipalidad de Cochrane	Director SECPLAN	Javier Castillo Retamal
	Ilustre Municipalidad de Cisnes	Director SECPLAN	José Francisco González
	Ilustre Municipalidad de Tortel	Directora SECPLAN	Rocío Lobos
	Ilustre Municipalidad de Natales	Directora Desarrollo Local	Maritza Vera
	Ilustre Municipalidad de Natales	Encargada de Medio Ambiente	Fabiola Vivar

Estamento	Institución	Cargo	Nombre y apellido
	Ilustre Municipalidad de Natales	Profesional SECPLAN	Juan José San Martín
Sociedad Civil	Comunidades portal	Coordinadora programa Encargada región de Magallanes	Germanee Vela-Ruiz Milithza Rodriguez
	Sociedad civil por la Acción climática Magallanes	Co- coordinador	Cristián Valle
	Coordinadora Social de Magallanes	Ex- constituyente	Elisa Giustinianovich
	Asociación guías Natales	Presidente	María Beatriz Castro Domínguez
	UMAG/ Parque Omora	Investigadora	Tamara Contador
	Biomar	Gerente región Magallanes	David Perrin
	Asociación salmonicultores Magallanes	Presidente	Carlos Odebret
	Astro Chile	Director	Miguel Soto
	Organización Ganaderos Aysén (OGANA)	Presidente	Pablo Mata
	Asociación ganaderos de Magallanes	Presidente	Gerardo Otzen

3. Identificación de desafíos mediante análisis del discurso y de percepciones: el equipo de Diagnóstico del proyecto LNS realizó un análisis de tipo cualitativo descriptivo cuya finalidad fue identificar cuáles son los principales desafíos y

oportunidades de los LNS para el fortalecimiento de las CTCi en la macrozona austral. Los análisis realizados fueron los siguientes:

a) Revisión y análisis de artículos de prensa: se realizó la revisión de artículos de prensa de medios electrónicos que hacen referencia a desafíos y oportunidades en torno al LNS y la macrozona. 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. El rango de tiempo considerado para la selección de los artículos correspondió al periodo agosto 2021 - agosto de 2022. Posteriormente se filtraron los artículos que contenían en su corpus textual una mayor significancia para los objetivos del informe. Al respecto, se analizaron un total de 61 noticias distribuidas en 26 medios de comunicación, tanto Nacionales (20 noticias), Locales (8 noticias), Internacionales (1 noticia), prensa del mundo acuícola (28 noticias), sitios web institucionales (3 noticias) y medios Independientes (1). Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 8: lista de medios analizados

Medios Nacionales e Internacionales	Medios Locales e independientes	Medios mundo acuícola	Web Institucionales
El Desconcierto	El Heraldo Austral	SalmonExpert	Web UC
El Mercurio	El Divisadero	Mundo Marítimo	Proyecto GES Castor
Biobío Chile	Diario Concepción	Mundo Acuícola	Web MMA
Las Últimas Noticias	El Sur Concepción	Revista Electricidad	
El Mostrador	Radio del Mar	Aqua.cl	
Interferencia	El Pingüino		
Radio U. de Chile	Fundación Terram		

Medios Nacionales e Internacionales	Medios Locales e independientes	Medios mundo acuícola	Web Institucionales
Radio Cooperativa			
Diario Financiero			
Deutsche Welle			
El Ciudadano			

b) Análisis de Documentos Públicos: se analizaron dos documentos emitidos por instituciones del mundo independiente relacionados directamente con los pueblos originarios existentes en la macrozona, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 9: lista de documentos públicos analizados

Nº	Institución	Nombre Documento
1	Fundación Omora	Derechos Indígenas, uso de conocimientos ecológicos tradicionales y áreas de protección
2	Comunidad Indígena Yagán Bahía Mejillones	Protocolo de buenas prácticas para la protección del patrimonio cultural indígena Yagan

c) Entrevistas a Actores Claves del territorio: se realizaron un total de 26 entrevistas a actores claves dentro del territorio, entre los cuales se encontraban representantes del ámbito público, sector privado y de la sociedad civil. Las entrevistas realizadas se presentaron anteriormente en la tabla 7.

d) Talleres participativos con agentes claves: en septiembre de 2022 en la ciudad de Punta Arenas y en Coyhaique se realizaron talleres de trabajo denominados: "oportunidades y desafíos LNS" donde participaron personas claves del territorio

quienes a través de grupos de discusión fueron consensuando los aspectos de mayor relevancia para el LNS con énfasis en los desafíos y oportunidades en la macrozona. Por último, el proceso de análisis de datos tanto de fuentes primarias como secundarias, se codificaron y categorizaron utilizando el software Atlas.ti 7 lo cual permitió organizar los contenidos, además de reconocer las regularidades y discontinuidades del material analizado.

4. Mapa de actores relevantes en el desarrollo de los Laboratorios Naturales Subantárticos.

El equipo Mapa de Actores caracterizó a los actores relevantes mediante el ejercicio de pensar los territorios desde sus bases comunitarias y sociales (comunidades y organizaciones funcionales), agregando luego aquellas organizaciones productivas de nivel local (sindicatos, asociaciones gremiales, cooperativas), para luego pasar a los actores públicos, privados, ONGs, entre otras. El equipo consideró distinguir al sector público orientado a la administración pública, de las universidades a las que agruparon dentro del grupo de instituciones académicas e institutos de investigación. Asimismo, considerando el rol particular que los establecimientos educacionales de enseñanza básica y media pueden jugar en el desarrollo de los laboratorios naturales, también se han agrupado en una categoría aparte, independientemente se trate de establecimientos públicos, privados o particular-subvencionados. De esta forma, se definieron ocho categorías de actores:

1. Comunidades Indígenas.
2. Organizaciones comunitarias no indígenas.
3. Organizaciones productivas del ámbito local.
4. Sector Público.
5. Instituciones académicas y de investigación.
6. Establecimientos de educación básica y media.
7. Organizaciones no gubernamentales.
8. Sector Privado.



NODO
**Laboratorio
Natural
Subantártico**

**Descubre la patagonia chilena junto a
LaboratorioNaturalSubantártico**

www.nodosubantartico.cl

INSTITUCIONES ASOCIADAS:

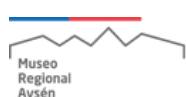


UMAG
Universidad de Magallanes

CHIC
CAPE HORN INTERNATIONAL CENTER



Universidad
de Aysén



Museo
Regional
Aysén



FINANCIAS:

