

RESUMEN EJECUTIVO DE INFORMES DE DIAGNÓSTICO Y BRECHAS IDENTIFICADAS EN WORKSHOPS POR EJES DE ACCIÓN

Versión 17 de
Julio

NODO LABORATORIO NATURAL ANTÁRTICO

Chile como polo de ciencia,
tecnología y logística antártica

Contenido

Aspectos normativos.
Arte y cultura.
Sector productivo.
Recursos Humanos I+D.
Financiamiento.
Cuadro resumen de
brechas identificadas en
workshops.

EQUIPO NODO ANTÁRTICO

Punta Arenas, 2025



1. Introducción

El presente documento compila los Resúmenes Ejecutivos de diversos informes de diagnóstico elaborados en el marco del proyecto NODO Laboratorio Natural Antártico, cuyo objetivo principal es posicionar a Chile como un polo de ciencia, tecnología y logística antártica. Este conjunto de análisis ofrece una visión integral de las capacidades, brechas y desafíos que enfrenta el país en su proyección antártica, abarcando áreas clave como la gobernanza, el arte y la cultura, el sector socioeconómico, los recursos humanos en I+D y el financiamiento.

Contenidos destacados:

- Aspectos Normativos: Se examina el marco normativo antártico a nivel internacional y nacional, identificando problemáticas; y la necesidad de mayor claridad en la institucionalidad y coordinación interinstitucional.
- Arte y Cultura: Se presenta un diagnóstico sobre la producción artística vinculada a la Antártica en Chile, destacando su rol en la construcción simbólica del territorio, pero también la falta de financiamiento sostenido y la necesidad de mayor integración con la Política Antártica Nacional.
- Sector Productivo: Se analiza la vinculación del entorno socio-productivo de Magallanes con el desarrollo antártico, identificando sectores clave como ciencia, turismo, logística y pesca, y proponiendo estrategias para fortalecer la infraestructura, la articulación interinstitucional y el aprovechamiento económico.
- Recursos Humanos I+D: Se examinan las características del personal de I+D en ciencia antártica, evidenciando la concentración de proyectos en la Región Metropolitana, la participación femenina, la alta rotación del personal y la necesidad de mejorar la gestión y el acceso a los datos.
- Financiamiento: Se analiza el financiamiento de la investigación antártica, identificando un crecimiento del presupuesto con desequilibrios internos, la dependencia del financiamiento estatal, la falta de planificación estratégica y coordinación interinstitucional, y la necesidad de mejorar la trazabilidad y diversificación de los recursos.
- Productividad científica en la Antártica: Se presenta un análisis de la productividad científica de Chile en las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP) y otras áreas de interés científico como sitios prioritarios o pilotos como Laboratorios Naturales en la Antártica,
- Cuadro Resumen de Brechas: Se sintetizan las principales brechas identificadas en los workshops realizados con actores clave del sistema antártico, proponiendo áreas de acción para la elaboración de una Hoja de Ruta estratégica.

Este documento constituye un insumo fundamental para la toma de decisiones y la planificación estratégica del desarrollo antártico chileno, orientando acciones para superar las brechas identificadas y potenciar las capacidades del país en este territorio estratégico.



2. Resumen ejecutivo: *aspectos normativos sobre laboratorio natural antártico.*

El presente documento realiza un diagnóstico de gobernanza antártica en el marco del proyecto NODO Laboratorio Natural Antártico del Instituto Antártico Chileno. Para ello se analiza el concepto de Laboratorio Natural y su aplicación en la Antártica, tanto desde las ciencias naturales y exactas como las ciencias sociales, a la luz de su tratamiento en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico (RCTA) y las Reuniones de la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CRVMA). Asimismo, se desarrolla y caracteriza el marco normativo antártico internacional, compuesto por un conjunto de normas e instituciones, cuyos principales instrumentos son el Tratado Antártico (1959, en vigor 1961), la Convención sobre la Conservación de Focas Antárticas (1972, en vigor 1978), la Convención CRVMA (1980, en vigor 1982), el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente y sus Anexos (1991, en vigor 1998) y todas las Recomendaciones (no vinculantes), Medidas (vinculantes según las normas del derecho internacional público), Decisiones (vinculantes, cuyo alcance se limita a temáticas sobre el funcionamiento de la RCTA, la Secretaría del Tratado Antártico o sus órganos) y Resoluciones (textos exhortativos de naturaleza política) aprobadas por las RCTA y la Comisión CRVMA.

Posteriormente, se revisa la normativa antártica a nivel nacional y particularmente la de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, poniendo énfasis en la nueva Ley Chilena Antártica N°21.255 (2020, en vigor 2021) y sus Reglamentos, y los acuerdos de cooperación con otros Estados antárticos. Asimismo, se investiga la regulación de temas de alta complejidad dentro de la gobernanza polar actual, particularmente la bioprospección o prospección biológica, el turismo y la relación entre el Sistema del Tratado Antártico (STA) y otros regímenes internacionales, como el Acuerdo sobre la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad marina más allá de las Jurisdicciones Nacionales (BBNJ).

Finalmente, se examina la institucionalidad antártica a nivel doméstico y su vinculación con la Política Antártica Nacional, el Plan Estratégico Antártico y el Programa Antártico Nacional, destacándose el rol de los ministerios, los operadores antárticos, el gobierno regional, los municipios, los comités especializados y las instituciones con competencia jurisdiccional.

Entre otras conclusiones, este diagnóstico identifica una serie de problemáticas que requieren ser solucionadas, tales como; la falta de dictación de tres Reglamentos de la Ley Chilena Antártica, a pesar de haber cumplido el plazo impuesto por la norma el pasado 16 de marzo de 2023; poca claridad sobre cómo opera el presupuesto antártico nacional y el pago de servicios entre instituciones públicas; la ausencia de actores clave en la gobernanza antártica nacional, tal como el Ministerio de Educación y los municipios de Punta Arenas y Cabo de Hornos, lo que impide una coordinación integral y la formación de una identidad antártica nacional; la baja representatividad regional en la toma de decisiones; la ausencia de profesionales especializados y la alta rotatividad de funcionarios claves ligados a la diplomacia; el desconocimiento en torno a la competencia de los Tribunales de Justicia para conocer delitos ocurridos en Territorio Antártico Chileno; y falta de comunicación y desconocimiento de funciones a nivel interinstitucional, donde el Ministerio de Relaciones Exteriores adquiere un rol fundamental.

3. Resumen ejecutivo: *informe Arte y Cultura Laboratorio Natural Antártico 2024*

El informe “Arte y Cultura Laboratorio Natural Antártico 2024” presenta un diagnóstico estratégico sobre la **producción artística vinculada a la Antártica** en Chile entre 2010 y 2024. Elaborado en el contexto del Nodo Laboratorio Natural Antártico, el documento busca identificar capacidades, brechas y proyecciones para consolidar un enfoque donde la cultura sea un componente

Informe ejecutivo “Diagnóstico Antártica como Laboratorio Natural”



estructurante del ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). A partir de un análisis documental y un **catastro sistemático de obras y experiencias creativas**, se plantea una visión en la que el arte cumple un rol clave en la construcción simbólica del vínculo entre sociedad y territorio antártico.

El informe destaca que la presencia del arte en la exploración antártica cuenta con antecedentes desde las primeras expediciones oficiales. Ya a fines de la década de 1940, escritores participaron en campañas científicas, produciendo obras que entrelazan relato, geografía y política. Estas experiencias dan cuenta de una temprana comprensión del valor cultural del Continente Blanco y de su potencial como territorio simbólico y afectivo para el país, representando a su vez, un esfuerzo temprano del Estado por integrar comunicacionalmente a la Antártica en su quehacer.

El informe sitúa la dimensión artístico-cultural en la actualidad, como un espacio emergente pero aún poco institucionalizado en el marco de la política antártica nacional. La Antártica chilena no es sólo un territorio de soberanía científica o geopolítica, sino también un campo de producción simbólica, que ha sido abordado por artistas visuales, músicos, cineastas, escritores y colectivos transdisciplinarios. Esta producción ha contribuido a generar sensibilidades, emociones e imaginarios sociales que amplían las formas de relacionamiento con el continente. Sin embargo, persiste una falta de financiamiento sostenido para iniciativas artístico-culturales sobre la Antártica, lo que ha limitado la continuidad y proyección de muchas de estas experiencias.

En cuanto a capacidades, el informe destaca el rol del Instituto Antártico Chileno (INACH) como articulador de residencias artísticas, publicaciones, y circuitos patrimoniales. El Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio (antes CNCA), a través de FONDART ha financiado diversas propuestas, aunque sin contar con una línea temática dedicada. El eje central del informe es el catastro de 28 acciones artísticas, que dan cuenta de una producción diversa, aunque aún incipiente y sin circulación sostenida. Por su parte, se constata que sólo un 10% de la infraestructura cultural en Magallanes se destina a usos vinculados a la Antártica, lo que evidencia una importante subutilización de estos espacios y falta de diversificación territorial.

La Región de Magallanes y de la Antártica Chilena presenta una de las mayores tasas de agentes culturales por habitante a nivel nacional (2º lugar en personas, 3º en organizaciones). No obstante, este capital humano y creativo contrasta con una aún escasa producción sistemática en artes con enfoque antártico, lo que sugiere una oportunidad clave para fortalecer esta línea desde las capacidades ya instaladas.

Si bien las Ciencias Sociales y Humanidades son mencionadas en el informe, el foco principal recae en la producción artística como eje del diagnóstico. Cabe mencionar que, en conjunto, las ciencias sociales, las humanidades y las artes tienen un rol ampliamente reconocido a nivel internacional en la generación de conocimiento sobre la Antártica, pero no así en Chile, donde su integración sigue siendo menor. El informe menciona que durante el encuentro SCAR en Pucón, en 2024, se presentaron 19 ponencias sólo en la mesa Antártica y Arte, dentro de un total de cinco líneas de trabajo en Ciencias Sociales, Humanidades y Arte, lo que evidencia un vigente interés y especialización en este campo a nivel internacional.

Al analizar Punta Arenas como *puerta de entrada*, el informe destaca el deterioro y falta de mantenimiento del circuito histórico antártico, uno de los principales soportes patrimoniales de la relación entre ciudad y continente. Una inspección visual realizada sobre 26 puntos del circuito histórico antártico evidenció un alto nivel de deterioro, con varias señaléticas dañadas y ocho completamente ausentes, a eso se suma que no existe presupuesto asignado ni personal responsable, lo que compromete su proyección patrimonial y educativa.



El informe también destaca el proyecto *Antartikanos*, uno de los casos más representativos de creación con identidad polar-antártica, impulsado en 2017 por INACH y CORFO. A través de talleres de diseño con más de 50 artesanos y artesanas de Magallanes, el proyecto promovió la creación de piezas inspiradas en la fauna, geografía y memoria antártica, contribuyendo a una estética territorial emergente.

Finalmente, el informe propone insumos para una hoja de ruta con medidas como: establecer una línea de financiamiento cultural artístico-cultural en torno a Antártica; digitalizar y visibilizar las obras existentes; revitalizar el circuito histórico como experiencia educativa y turística; impulsar formación artística con enfoque antártico; y promover la creación de un festival de las artes antárticas y de la cultura polar. Estas acciones permitirían proyectar una política antártica más robusta, articulada con la ciencia, el territorio y la ciudadanía.

4. Resumen ejecutivo: diagnóstico sobre la vinculación del entorno socio económico productivo regional de Magallanes con el desarrollo del laboratorio natural antártico.

En este informe se analizó la vinculación del entorno socio-productivo de la Región de Magallanes con el desarrollo del laboratorio natural antártico, en el marco del proyecto NODO ***“Chile como polo de ciencia, tecnología y logística antártica”***. Dada su posición estratégica como puerta de entrada a la Antártica, la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena desempeña un papel clave en actividades antárticas por su cercanía y las condiciones habilitantes de su entorno. Sin embargo, persisten brechas en infraestructura, articulación interinstitucional y aprovechamiento económico de estas actividades.

El diagnóstico identifica cuatro sectores económicos principales relacionados con la Antártica: ciencia, turismo, logística y pesca. La actividad científica ha experimentado un crecimiento sostenido, con un aumento en la cantidad de investigaciones y programas internacionales que utilizan la región como base. No obstante, se observan desafíos en términos de financiamiento, infraestructura adecuada y coordinación entre instituciones.

En el ámbito del turismo antártico, Punta Arenas y Puerto Williams se han consolidado como puntos de partida para expediciones. Sin embargo, la falta de planificación estratégica, regulación y promoción ha limitado la captación de beneficios económicos para la región. Es necesario fortalecer la oferta turística, diversificar productos y establecer un modelo sostenible que potencie la identidad antártica.

La logística antártica representa un eje fundamental para la región, ya que más de 20 Programas Antárticos Nacionales (PANs) utilizan Magallanes como base de operaciones. Sin embargo, existen dificultades en la modernización de la infraestructura portuaria y aeroportuaria, así como en la eficiencia del transporte de muestras científicas, cuyos procesos actuales son engorrosos y poco especializados, afectando el desarrollo de la investigación.

En cuanto a la pesca antártica, regulada por la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA), Chile participa en la explotación de especies como el kril y el bacalao antártico de profundidad. Sin embargo, su impacto en la economía regional es menor en comparación con otras actividades, y existen desafíos en la sostenibilidad y regulación del sector.

Para abordar estas brechas y fortalecer el rol de Magallanes como polo estratégico antártico, se recomienda fortalecer la articulación público-privada para mejorar la infraestructura y los servicios



logísticos en la región, además de crear un **Observatorio de Datos Regional** que consolide información clave sobre turismo, logística y otros sectores estratégicos relacionados a la actividad antártica.

Asimismo, es fundamental impulsar la participación de pymes en el turismo antártico mediante encuestas y programas de integración, permitiendo ampliar la oferta de servicios y diversificar la economía local.

En el ámbito científico, es prioritario optimizar la logística de transporte de muestras, promoviendo la instalación de empresas especializadas y la implementación de estándares de trazabilidad que agilicen y aseguren el manejo adecuado de los materiales de investigación.

Por otra parte, se requiere modernizar la infraestructura portuaria y aeroportuaria, permitiendo mejorar la conectividad y responder a la creciente demanda de servicios antárticos de manera más eficiente y sostenible. Proyectos en ejecución -y otros por comenzar- ofrecen una oportunidad para potenciar la región como hub Antártico en todas las áreas económicas identificadas y en otras nuevas como la tecnología informática.

Para lograrlo, es esencial superar las brechas detectadas y promover una estrategia coordinada entre actores públicos, privados y académicos que permita aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece su cercanía con el continente blanco.

5. Resumen ejecutivo: **diagnóstico Sistema de Capacidades Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Recurso Humano I+D.**

Un entendimiento profundo de cómo se desarrolla la ciencia, cómo se genera el conocimiento y dónde ocurre la innovación contribuye al diseño efectivo de políticas públicas e instituciones científicas, además de informar mejor a los investigadores para que tomen decisiones fundamentadas. Por ello, actualmente existe un desarrollo activo y sustancial en el área de la “Ciencia de las Ciencias”, que emplea grandes conjuntos de datos y herramientas computacionales para descifrar patrones fundamentales en la producción y uso del conocimiento científico, fortaleciendo así los Sistemas de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). La Ciencia de las Ciencias tiene como propósito fortalecer las políticas científicas y fomentar una comprensión más profunda del funcionamiento de la ciencia en la sociedad. Este campo estudia cómo se genera el conocimiento, cómo interactúan las comunidades científicas y qué estrategias pueden mejorar su impacto en el mundo.

La primera parte del Diagnóstico de Capacidades de CTCI se ha dividido en cinco áreas: 1. Recursos Humanos en I+D, 2. Financiamiento, 3. Programas e instrumentos concursables, 4. Infraestructura y Equipamiento, y 5. Productos y 6. Entorno del Ecosistema Antártico que incluye comparativos con otros países antárticos, educación, divulgación, entre otros. Este diagnóstico busca recopilar y analizar datos de las capacidades CTCI en el Laboratorio Natural Antártico para el periodo 2014-2023, a fin de identificar tendencias, patrones y anomalías; determinar el estado actual de las capacidades del sistema antártico; definir indicadores; diagnosticar problemas específicos; e identificar objetivos futuros. Todo ello en el marco del objetivo del proyecto Nodo Antártico de posicionar a Chile como un polo de ciencia, tecnología y logística antártica.

A la fecha se han terminado dos diagnósticos de los seis propuestos. Este primer diagnóstico analiza en profundidad las características de la capacidad científica antártica en Chile, centrándose en el

Informe ejecutivo “Diagnóstico Antártica como Laboratorio Natural”



recurso humano de I+D. Se examinan aspectos como las afiliaciones, los grados académicos, los roles dentro de los grupos de investigación y la participación en proyectos e investigaciones. Además, se categorizan los proyectos según su distribución en áreas de investigación, afiliación institucional, género y participación en expediciones y publicaciones científicas.

Entre los hallazgos clave del período analizado, destaca que casi novecientas personas han ejecutado proyectos en ciencia antártica en Chile. Sin embargo, la mayor parte de estos proyectos y su personal de I+D se concentra en la Región Metropolitana, alcanzando una concentración del 43%. La participación femenina, por su parte, oscila entre el 31% y el 37%.

En cuanto a la carrera científica, un desafío importante es que solo el 4,2% del personal de I+D se encuentra en la etapa de investigador líder (R4), mientras que el 75% de los investigadores principales en etapa inicial (R1) ha ejecutado únicamente un proyecto.

Otro problema identificado es el alto nivel de rotación del personal de I+D, donde el 64% de quienes participan en Expediciones Científicas Antárticas no regresa en los años siguientes.

Adicionalmente, la accesibilidad y las inconsistencias de los datos son relevantes debido a las limitaciones de acceso, la dispersión de la información y la falta de depuración sistemática, entre otros factores.

Las recomendaciones se dirigen principalmente a la gestión de datos, su transparencia y la mejora del acceso a la información científica antártica, así como a la mejora de la capacitación especializada, la promoción de la equidad en el liderazgo de proyectos y el fomento de la colaboración internacional.

6. Resumen ejecutivo: *diagnóstico Sistema de Capacidades Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Financiamiento.*

Este segundo diagnóstico asociado al financiamiento de la CTCI es un insumo clave para la elaboración de la Hoja de Ruta de la Ciencia Antártica en Chile para los próximos 10 años, proporcionando una visión integral del estado del financiamiento de la investigación en el Territorio Chileno Antártico. A través del análisis de diversas fuentes de financiamiento, incluyendo el Instituto Antártico Chileno (INACH), la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), el Gobierno Regional de Magallanes, el Ministerio de Defensa, CORFO y fondos internacionales, se identificaron las principales capacidades, brechas y desafíos en la sostenibilidad del sistema de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI) de la Ciencia Antártica en Chile.

Los principales hallazgos de este diagnóstico asociado a la capacidad de financiamiento en I+D Antártico son:

1. **Crecimiento del financiamiento con desequilibrios internos:** Entre 2014 y 2024, el presupuesto del INACH ha crecido de 3.800 a 8.000 millones de pesos, sin embargo, la inversión en logística y operación de proyectos ha permanecido estable o con crecimiento marginal. El financiamiento de ANID para ciencia antártica ha aumentado, sin embargo, es necesario una mayor coordinación con INACH, para mejorar la trazabilidad de los fondos destinados a proyectos antárticos.
2. **Dependencia de financiamiento estatal y baja diversificación:** El financiamiento estatal sigue siendo la principal fuente de recursos para la ciencia antártica, con un rol clave del INACH, ANID y el Gobierno Regional. La participación de Chile en fondos



internacionales es baja, lo que limita la competitividad y sostenibilidad de la investigación en el largo plazo.

3. **Falta de planificación estratégica y coordinación interinstitucional:** No existe un sistema unificado de gestión del financiamiento, lo que genera duplicaciones y brechas en la asignación de recursos. La logística antártica, fundamental para la investigación en terreno, enfrenta restricciones presupuestarias que pueden afectar la capacidad operativa de los proyectos científicos.
4. **Aumento de la producción científica y del personal I+D sin financiamiento proporcional:** El número de investigadores/as y publicaciones ha crecido en la última década, pero el financiamiento no ha aumentado al mismo ritmo, generando riesgos de precarización laboral y pérdida de talento.
5. **Problemas en la calidad, accesibilidad y gestión de los datos financieros:** Existen inconsistencias en las bases de datos de financiamiento, con falta de estandarización y acceso limitado a información sobre el impacto de los recursos asignados.

Las recomendaciones clave para la hoja de ruta son:

- **Implementar un Sistema de Gestión de Información de Investigación (CRIS/RIM)** para mejorar la trazabilidad y planificación del financiamiento.
- **Aumentar la participación de Chile en fondos internacionales** y fomentar mecanismos de cooperación científica para incrementar la internacionalización de la ciencia nacional.
- **Equilibrar el financiamiento e inversión entre infraestructura, logística y proyectos de investigación**, para garantizar un crecimiento sostenible del sistema CTCI Antártico.
- **Fortalecer la coordinación entre INACH, ANID** y otras agencias financiadoras para optimizar la asignación de recursos y evitar duplicaciones.

Este diagnóstico busca sentar las bases para una planificación financiera estratégica que garantice la sostenibilidad y el crecimiento de la ciencia antártica chilena en la próxima década, consolidando al país como un actor relevante en la investigación polar a nivel global.

7. Resumen ejecutivo: *Continente Antártico como laboratorio natural.*

La Antártica es un laboratorio natural único debido a sus condiciones extremas y su aislamiento geográfico. Este continente ofrece un entorno ideal para estudiar una amplia gama de fenómenos científicos. Su hielo, que contiene burbujas de aire atrapadas desde hace millones de años, proporciona información valiosa sobre la composición de la atmósfera primitiva y las variaciones climáticas a lo largo del tiempo. El fondo marino también nos puede entregar información clave sobre eventos climáticos planetarios. Por otro lado, su ubicación remota la convierte en un lugar ideal para la investigación astronómica y atmosférica, un ejemplo de esto es el proyecto IceCube en el Polo Sur que detecta neutrinos del espacio para poder comprender mejor el origen de nuestro universo. Pero también es capaz de regular el clima de otras regiones de nuestro planeta siendo crucial para la investigación del cambio climático.

La comunidad científica puede observar de primera mano los efectos del calentamiento global en los glaciares y la fauna local, lo que ayuda a predecir futuros cambios climáticos a nivel global. La flora y fauna antártica, adaptada a condiciones extremas, también es objeto de estudio, revelando mecanismos de supervivencia únicos que pueden tener aplicaciones biotecnológicas o entender procesos evolutivos complejos. En el último tiempo su ecosistema relativamente intacto permite a los científicos estudiar los impactos humanos en un entorno casi virgen. La presencia de especies invasoras, microplásticos y contaminantes orgánicos persistentes.



Como un continente declarado para el desarrollo de la Ciencia y la Paz, la actividad científica se ha desarrollado intensamente, destacando la actividad de cooperación internacional. Nuestro país de esta manera desarrolla un programa científico que principalmente está asociado con áreas específicas de las Islas Shetland del Sur y la península Antártica. Su actividad en los primeros años se focalizó en zonas cercanas a las bases científicas y luego en zonas que tenían valores específicos denominadas como Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP), asociadas principalmente a zonas libres de hielo. Si bien se han realizado expediciones y trabajo científico asociado a zonas de hielo estos trabajos por su complejidad logística han sido de menor intensidad.

En este informe nos hemos concentrado en analizar la producción científica (publicaciones WoS) de Chile en las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP) y otras áreas de interés científico en la Antártica, que no tienen un grado de protección específico. Se utilizaron técnicas bibliométricas para evaluar el rendimiento científico, los temas de investigación y las colaboraciones entre investigadores y países.

El análisis se centra en la producción científica de las ZAEPs, áreas designadas para proteger valores ambientales, científicos, históricos o estéticos sobresalientes. Se estudiaron siete ZAEPs administradas o co-administradas por Chile, incluyendo la Península Coppermine, Península Fildes, Península Byers, Punta Armonía, Puerto Foster e Isla Ardley.

El estudio revela que la producción científica varía entre las distintas ZAEPs. Isla Decepción y Península Byers muestran un alto rendimiento, liderado por España. China es el principal contribuyente en la Península Fildes e Isla Ardley. Argentina lidera en Punta Armonía, y Chile tiene mayor presencia en Isla Robert.

El análisis bibliométrico también identificó las principales temáticas de investigación en cada zona. En isla Robert, los estudios se centran en la aclimatación de plantas al frío y la geología; en península Fildes destaca en paleontología y ecología microbiana; en península Byers se enfoca en limnología y geomorfología; en isla Nelson es relevante para estudios de aves y ecología trófica y, por último, la isla Decepción es descrita como un sitio clave para la investigación volcánica y la biología de esa parte del planeta.

El documento también destaca la importancia del océano Austral y los Montes Ellsworth como laboratorios naturales para el estudio de la oceanografía, el clima, la glaciología y la geología.

Finalmente, se proponen recomendaciones para fortalecer la investigación científica en la Antártica, incluyendo el establecimiento de transectos de muestreo de acuerdo a lo siguiente:

- **Paso de Drake:** Se propone establecer transectos que conecten Chile con la Península Antártica para estudiar las masas de agua y la Corriente Circumpolar Antártica (CCA). Esto busca posicionar a Chile como un actor clave en la investigación del cambio climático y su impacto en la circulación oceánica.
- **Mar de Weddell:** Se destaca la necesidad de investigar esta región, vulnerable al cambio climático y crucial para entender la dinámica del hielo marino. Se prioriza el estudio de la Barrera Larsen C y la Isla James, áreas de gran interés científico y que pertenecen al territorio reclamado por Chile.
- **Península Antártica Centro-Sur:** Se señala la importancia de estudiar esta zona, donde se proyectan severos cambios ambientales. La operación del nuevo rompehielos Almirante Viel facilita el acceso a áreas de alta complejidad logística, permitiendo investigaciones interdisciplinarias sobre el deshielo, la acidificación del océano y los impactos en los ecosistemas.



- **Península Byers:** Se sugiere ampliar los estudios microbiológicos en esta ZAEP, estableciendo niveles de referencia y evaluando cambios en los entornos microbianos. Se propone el acceso a bases de datos y colecciones microbianas, la implementación de protocolos estrictos de protección y el aumento de fondos para la investigación en microbiología antártica.
- **Temáticas claves para el Laboratorio Natural Antártico:** Se identifican áreas de investigación prioritarias, incluyendo el cambio climático, biodiversidad, geología, glaciología, evolución, cooperación internacional e innovación tecnológica.

8. Cuadro resumen: *análisis de brechas identificadas en plenarios de workshops sobre diagnósticos por eje de acción (Gobernanza, Arte y Cultura, CTCI y Sector productivo).*

El siguiente cuadro recoge las principales reflexiones y discusiones generadas en los ocho workshops realizados en cuatro ciudades de Chile, abarcando los ámbitos de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI), Gobernanza, Sector Productivo de Bienes y Servicios; Arte y Cultura. Estos encuentros evidenciaron una serie de capacidades instaladas, oportunidades y brechas (*desafíos*) estratégicas para convertir a Chile en un polo de ciencia, tecnología y logística antártica, fomentando la sinergia entre los actores del sistema de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación vinculados al continente.

Se presentan las 12 brechas que proponen los actores sociales para ser abordadas en el marco de una **Hoja de Ruta**, que es una herramienta de planificación estratégica que actúa como un mapa detallado para alcanzar metas específicas a corto (2 años), mediano (3 a 5 años) y largo plazo (6 a 10 años).

CUADRO BRECHAS Y ESTADO “IDEAL” A ALCANZAR			
EJE DE ACCIÓN	BRECHAS/DESAFÍO	CARACTERIZACIÓN DE LA BRECHA	ESTADO IDEAL A ALCANZAR
1 Gobernanza	Gobernanza antártica nacional insuficiente	Pese a la existencia de una institucionalidad antártica estructurada, el funcionamiento de sus órganos presenta insuficiencias en sus roles y una falta de proyección a mediano y largo plazo. A su vez, se identifican falencias en el monitoreo de estas funciones, lo que impide asegurar una correcta implementación.	Gobernanza antártica efectiva, eficiente y eficaz, con instituciones robustas e intercomunicadas que den cuenta de sus actividades según los planes y programas preestablecidos



2 Gobernanza	Centralismo en la toma de decisiones antárticas	La concentración del poder de decisión en instituciones centralizadas dificulta la participación de actores regionales claves y excluye el intercambio con organismos especializados.	Descentralización efectiva de la gobernanza antártica, con participación eficiente de actores regionales públicos y privados, en instancias estratégicas de planificación, decisión y evaluación de políticas públicas
3 Gobernanza y Arte y Cultura	Escasa proyección internacional de la identidad antártica chilena	No se promueve el fortalecimiento de la identidad antártica nacional a través de la educación y cultura, evitando que el país consolide su liderazgo a nivel internacional	Chile se posiciona como un referente internacional en ciencia, cultura y cooperación antártica, mediante una diplomacia científica activa, centros internacionales operativos y proyección cultural estratégica de su identidad antártica

4 CTCl	Falta de infraestructura y equipamiento científico	Las bases científicas chilenas en la Antártica operan al límite de su capacidad, con equipamiento básico y la infraestructura científica, tanto en el territorio antártico como en la ciudad de Punta Arenas, no ha crecido al ritmo del aumento de proyectos, complejidad investigativa y personal. Iniciativas de construcción y reposición de infraestructura responden parcialmente a esta necesidad con un avance más lento de lo esperado.	Chile cuenta con una red de infraestructura científica de estándar internacional, operativa durante todo el año, integrada a un ecosistema nacional y mundial de ciencia polar.
5 CTCl	Existen limitaciones en la logística para operaciones antárticas	Si bien se reconoce el esfuerzo sostenido por garantizar la continuidad de las campañas científicas, también se identifica la necesidad de fortalecer los mecanismos de planificación y asignación logística para responder con mayor eficiencia y anticipación a los requerimientos científicos.	Chile avanza en una modernización progresiva de la logística antártica, de acuerdo a herramientas de planificación y coordinación orientadas a mejorar la articulación, eficiencia y capacidad operativa del sistema CTCl nacional.
6 CTCl	Falta de formación antártica transversal en los diferentes niveles educativos y en general en la sociedad chilena.	La ausencia transversal de formación antártica en los niveles educativos básico, medio y superior genera desconocimiento en la ciudadanía sobre el rol geopolítico, ambiental, histórico y estratégico de la Antártica para Chile, lo que repercute negativamente en la valoración pública de la	Sistema integral de articulación de capacidades y sectores, como capital humano, educación, cultura científica y gobernanza, en diversos campos del conocimiento antártico de manera continua y descentralizada, a

		ciencia polar, en la toma de decisiones institucionales y en la implementación de estrategias nacionales	nivel técnico, universitario y de posgrado
7 CTCI	Falta de campo laboral, formación especializada, instrumentos y programas de apoyo para investigadores	La falta de condiciones estructurales de formación y ocupación sostenibles no permiten continuidad de la carrera científica para incorporar a quienes se forman en temas antárticos lo que ha generado una fuga de talentos y representa un riesgo para la continuidad de la formación de personal I+D en etapas tempranas	Sistema de incentivos integrado para la atracción y retención de talentos, con financiamiento sostenido, oportunidades de formación, colaboración y posibilidades de continuidad laboral en instituciones regionales y nacionales para mantener trayectorias científicas estables en la investigación antártica
8 CTCI / Arte y Cultura	Limitada conexión entre ciencia y sociedad	La conexión entre la ciencia antártica y la sociedad es aún limitada a nivel nacional, debido a la falta de integración sistemática de contenidos antárticos en la educación formal y en las estrategias de cultura científica del país, a pesar de iniciativas exitosas a nivel local y regional	La ciencia antártica es socialmente valorada y comprendida y mantiene una estrategia nacional de comunicación pública de ciencia, tecnología y conocimiento.
9 CTCI y Sector Productivo	Desconexión sistémica entre el sistema científico antártico y el sector productivo	Desconexión entre estos sectores debido a la ausencia de mecanismos institucionales, unidades de transferencia tecnológica, programas de innovación aplicada y marcos de gobernanza que articulen	Existencia de polos de innovación regionales que articulan ciencia y logística antártica con el sector productivo, mediante acciones de fortalecimiento de plataformas de

		ciencia y economía en contexto polar lo cual impide el desarrollo de iniciativas conjuntas	vinculación tecnológica, observatorios intersectoriales y programas público-privados que permitan aprovechar el potencial transformador de la ciencia antártica para el desarrollo nacional
10 Sector Productivo	Insuficiente integración de la actividad económica antártica desde las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES).	Limitada participación e integración de las MIPYMES regionales en las cadenas de valor vinculadas a la actividad económica antártica, debido a falta de información, capacidades técnicas insuficientes y escasa articulación con políticas de fomento productivo orientadas al desarrollo antártico. Esto restringe las oportunidades de diversificación económica y generación de empleo local en desde este sector en Magallanes.	Un ecosistema económico regional donde las MIPYMES estén activamente integradas en las cadenas de valor vinculadas a la actividad antártica, mediante políticas de fomento, encadenamientos productivos, formación de capacidades y acceso equitativo a oportunidades.
11 Sector productivo	Ausencia de un Sistema de Información y Monitoreo del Desarrollo económico Antártico para la Región de Magallanes.	Falta de un sistema de información y monitoreo que permita seguir, evaluar y orientar el desarrollo económico antártico en Magallanes, dificultando decisiones basadas en evidencia.	Existencia de un sistema integrado de información y monitoreo del desarrollo económico antártico, que provea datos actualizados y pertinentes para orientar políticas regionales basadas en evidencia y con enfoque territorial.



12 Arte y Cultura	Insuficiente vinculación entre ciencia, arte y cultura	La investigación científica y el arte y la cultura no han logrado integrarse plenamente como parte de una identidad antártica compartida	La ciencia, el arte y la cultura dialogan en la creación de nuevos conocimientos y el fortalecimiento de una identidad antártica nacional
---------------------------------	---	---	--