

¿Cómo hacer sostenible el desarrollo? Perspectivas territoriales de los ODS 2030 en la Región de Antofagasta

*Proyecto Objetivos de Desarrollo Sostenible
para la Región de Antofagasta*



TRANSFERENCIA OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE PARA LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA,
INICIATIVA FINANCIADA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE ANTOFAGASTA, FIC-R 2022 CÓDIGO BIP 40046483-0.

CORE
Consejo Regional
REGIÓN DE ANTOFAGASTA

GOBIERNO REGIONAL
ANTOFAGASTA



ESTRATEGIA REGIONAL DE INNOVACIÓN



Instituto Políticas Públicas
IPPUCN
Universidad Católica del Norte

Comité Editorial

Cristian Rodríguez Salas
Catalina Salgado Álvarez
Juan Páez Cortés
Katherine Segovia Olivares

Autores

Rodrigo Álvarez Veliz
Jonathan Richard Barton
Pamela Chavez Crooker
Jorge Dehays Rocha
José Antonio González Pizarro
Catalina Guerra Maldonado
Juan Páez Cortés
Gino Pérez Lancellotti
Paulina Ponce Philimon
Natalia Pozo Morales
Cristian Rodríguez Salas
Ximena Salgado Álvarez
Javier Urrutia Meza
Marcela Ziede Bize

Referatos

Sebastián Baeza González
Luis Gonzales Carrasco
Marcos González Hernando
Alejandro Orellana Mc Bride
Carolina Stefoni Espinoza

Nº de Inscripción de Registro de Propiedad Intelectual: 2024-A-10804

Primera Edición: 2024

ISBN: 978-956-287-492-2

Código BIP: 40046483-0

Diseño: Ediciones Mensaje, Mercedes Lincoñir H.

Impresión: Gráfica Andes

Financiamiento: Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) 2022 del Gobierno Regional de Antofagasta.



 <https://ror.org/02akpm128>



¿CÓMO HACER SOSTENIBLE EL DESARROLLO? PERSPECTIVAS TERRITORIALES DE LOS ODS 2030 EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

*Proyecto “Objetivos de Desarrollo Sostenible
para la Región de Antofagasta”*

AUTORES

Rodrigo Álvarez Veliz
Jonathan Richard Barton
Pamela Chavez Crooker
Jorge Dehays Rocha
José Antonio González Pizarro
Catalina Guerra Maldonado
Juan Páez Cortés
Gino Pérez Lancellotti
Paulina Ponce Philimon
Natalia Pozo Morales
Cristian Rodríguez Salas
Ximena Salgado Álvarez
Javier Urrutia Meza
Marcela Ziede Bize

CORE
Consejo Regional
REGIÓN DE ANTOFAGASTA



GOBIERNO REGIONAL
ANTOFAGASTA



ESTRATEGIA REGIONAL DE INNOVACIÓN



Instituto Políticas Públicas
IPPUCN
Universidad Católica del Norte


¿CÓMO HACER SOSTENIBLE EL DESARROLLO?
Perspectivas territoriales de los ODS 2030 en la Región de Antofagasta



CAPÍTULO 5


ECOSISTEMA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Pamela Chavez Crooker

 0009-0003-4229-1846


 Universidad Alberto Hurtado

Paulina Ponce Philimon

 0000-0002-6936-3075

 Universidad Católica del Norte

Juan Páez Cortés

 0009-0000-9024-4698

 Universidad Católica del Norte



RESUMEN

La Investigación, Desarrollo e Innovación son elementos clave para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a nivel global. Asimismo, el avance de ecosistemas regionales de I+D impactan en las capacidades locales para impulsar sus metas prioritarias de desarrollo sustentable. En la Región de Antofagasta el ecosistema de investigación y desarrollo (I+D) ha mostrado avances importantes, principalmente en sectores tradicionales como la minería y la energía. Sin embargo, aún se enfrentan a desafíos considerables en temas como la descarbonización de la industria, formación y retención de capital humano, colaboración efectiva entre centros de investigación, diversificación de matriz productiva, integración del conocimiento ancestral y biodiversidad, entre otros. Este capítulo analiza la estructura del ecosistema de I+D de Antofagasta en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, identificando los actores clave y las brechas existentes, especialmente en cuanto a financiamiento, infraestructura y retención de capital humano. Asimismo, se propone una serie de acciones concretas para fortalecer el ecosistema, potenciando un desarrollo que combine el conocimiento científico y los saberes ancestrales.

Palabras clave: Innovación regional, Desarrollo sostenible, Ecosistema de I+D.



1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible ha emergido como un desafío global de gran relevancia, particularmente en el contexto de la aceleración de crisis climáticas, económicas y sociales. En este escenario, los ecosistemas de investigación y desarrollo (I+D) juegan un papel central para impulsar la innovación, el desarrollo tecnológico y la sostenibilidad. La Región de Antofagasta, históricamente impulsada por su actividad minera y energética, ha mostrado señales claras de madurez en la consolidación de su ecosistema de I+D, proyectándose como un referente tanto a nivel nacional como regional (OECD, 2023).

A pesar de algunos avances en la consolidación de su ecosistema de I+D, la Región de Antofagasta aún enfrenta importantes desafíos estructurales que limitan su desarrollo en sectores emergentes. Según el ranking GEIAL 2023, que evalúa las ciudades intermedias con mejores ecosistemas para emprendimientos, Antofagasta se posiciona en segundo lugar con 60 puntos sobre 100, solo detrás de Sao Paulo (63 puntos). Sin embargo, este posicionamiento refleja principalmente la fortaleza de sectores tradicionales como la minería y la energía, mientras que áreas como el *software* y las tecnologías de la información (TICs), biotecnología y las energías limpias aún presentan un desarrollo solo incipiente (GEIAL, 2023). Estas áreas, que son motores clave de crecimiento en muchas regiones innovadoras, todavía necesitan una integración más sólida en la matriz productiva regional, lo que subraya la necesidad de políticas que fomenten una mayor diversificación y sostenibilidad (OECD, 2023).

En Antofagasta, instituciones como CORFO y ANID han desempeñado un papel importante en la creación de centros tecnológicos y en la promoción de la inversión privada en innovación, contribuyendo al fortalecimiento de la infraestructura física y del capital humano en la región (ANID, 2021; CORFO, 2022). Sin embargo, a pesar del valor de estas iniciativas, su enfoque ha permanecido principalmente en los sectores productivos tradicionales, lo que ha dejado un margen considerable para el desarrollo de sectores emergentes como las tecnologías limpias, la biotecnología y la economía circular, áreas claves para diversificar y potenciar el crecimiento futuro de la región.

Además, la complementariedad entre las inversiones del sector privado —particularmente, de empresas mineras y energéticas— y los esfuerzos públicos ha sido clave para dinamizar el ecosistema (OECD, 2023). Sin embargo, esta dependencia del sector extractivo plantea el desafío de diversificar las fuentes de inversión y priorizar áreas de innovación que vayan más allá de la industria minera. Para que Antofagasta pueda avanzar hacia un modelo de desarrollo verdaderamente sostenible y alineado con los ODS, es crucial que el ecosistema de I+D extienda su alcance hacia sectores más sostenibles y socialmente inclusivos, fortaleciendo la capacidad de los actores locales

para innovar en áreas menos dependientes de los recursos naturales y más orientadas hacia la resiliencia climática y la sostenibilidad social.

En cuanto a la integración de conocimientos locales y ancestrales en el ecosistema de I+D, Antofagasta todavía se encuentra en una etapa inicial. A diferencia de otras regiones que han logrado incorporar de manera efectiva estos saberes en sus estrategias de innovación, Antofagasta enfrenta un rezago significativo. Tanto los conocimientos ancestrales como la biodiversidad única de la región representan fuentes de innovación complementarias, ya que los primeros abarcan prácticas tradicionales profundamente ligadas al manejo y conservación de los ecosistemas locales, mientras que la biodiversidad proporciona los recursos naturales sobre los cuales se basan esas prácticas. Hasta ahora, estas fuentes han sido poco investigadas y valoradas en términos de su capacidad para ofrecer soluciones innovadoras a los problemas sociales y productivos de la región. Este vacío representa una oportunidad desaprovechada para diversificar y enriquecer el ecosistema de I+D, especialmente en el contexto de la sostenibilidad y la equidad promovidas por la Agenda 2030 (ONU, 2015). Reconocer e integrar estos conocimientos y recursos podría ser un paso crucial hacia un modelo de desarrollo más inclusivo y adaptado a las realidades locales (Berkes, 2018; Global Sustainable Development Report, 2023).

El Global Sustainable Development Report 2023 subraya la importancia de la ciencia para acelerar las transformaciones hacia el desarrollo sostenible. En este contexto, el informe destaca que la producción científica debe ser inclusiva y multidisciplinaria, lo que exige una mayor equidad en la distribución de recursos científicos entre regiones. La ciencia debe conectarse con las políticas públicas y las necesidades locales para generar soluciones aplicables y socialmente robustas. Este llamado es especialmente relevante para regiones como Antofagasta, donde la ciencia y la tecnología deben coexistir con conocimientos tradicionales y prácticas sostenibles para enfrentar los desafíos del desarrollo territorial (Global Sustainable Development Report, 2023).

En este sentido, surge una pregunta crucial: ¿El ecosistema de I+D en la Región de Antofagasta está alineado con los principios de desarrollo sostenible propuestos por la Agenda 2030 y con las expectativas globales de un ecosistema de innovación tecnológica? Este capítulo tiene como objetivo analizar detalladamente la estructura y los actores clave de este ecosistema, así como identificar las actividades de I+D que se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Se propone también identificar las brechas existentes y proponer acciones concretas para fortalecer el ecosistema, con el fin de promover un desarrollo sostenible que integre tanto el conocimiento científico como el ancestral.

Este capítulo ofrece un análisis del ecosistema de investigación y desarrollo (I+D) en la Región de Antofagasta, destacando la interacción de actores clave como universidades, empresas privadas y organizaciones gubernamentales en la promoción del desarrollo sostenible. Se examina la importancia de la colaboración público-privada en proyectos orientados a la sostenibilidad, aunque se identifica la necesidad de mayor inversión en sectores emergentes como la biotecnología y las energías limpias. También

se abordan las brechas en financiamiento, infraestructura y transferencia de conocimientos, subrayando la importancia de integrar los saberes ancestrales y la biodiversidad en los programas de I+D. Finalmente, se proponen acciones concretas para superar estos desafíos y fortalecer el ecosistema hacia un desarrollo más inclusivo y sostenible.

2. MARCO TEÓRICO

Los sistemas regionales de innovación (SRI) se refieren al conjunto de actores, instituciones y políticas que interactúan en un territorio para fomentar la innovación, impulsando el desarrollo económico y social de la región. Este concepto fue desarrollado originalmente por autores como Freeman (1987) y Lundvall (1992), quienes destacaron la importancia de la interacción entre el gobierno, las empresas y las instituciones de investigación en la creación de ecosistemas de innovación. Los SRI se distinguen de los sistemas nacionales de innovación por su enfoque en el contexto territorial, destacando la importancia de las características locales y regionales (Freeman, 1987; Lundvall, 1992).

El enfoque de los sistemas de innovación ha evolucionado con el tiempo, integrando dimensiones más amplias como la sostenibilidad y el desarrollo territorial. La OECD (2019) sostiene que los sistemas regionales de innovación son clave para enfrentar los desafíos del siglo XXI, como el cambio climático, la desigualdad social y el desarrollo sostenible. En este sentido, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas proporcionan un marco para orientar la actividad innovadora hacia metas que beneficien tanto a la sociedad como al medio ambiente (ONU, 2015).

Históricamente, el concepto de sistemas regionales de innovación ha sido desarrollado y refinado a lo largo de las últimas décadas. Autores como Asheim y Gertler (2005) y Cooke (1992) ampliaron el marco teórico para incluir la importancia de las instituciones regionales y las redes de innovación locales, subrayando la relevancia de la proximidad geográfica para la creación de conocimiento y su aplicación. Los SRI están compuestos por varios elementos clave: actores (empresas, universidades, gobiernos), recursos (capital humano, infraestructura) y mecanismos (políticas públicas, colaboración público-privada) que interactúan de manera sinérgica (Cooke, 1992; Asheim & Gertler, 2005).

La OECD (2019) y otros estudios recientes subrayan la importancia de las políticas regionales que apoyan la innovación como motor para la competitividad y el desarrollo sostenible. En este contexto, la adaptación de los SRI para integrar los principios de sostenibilidad es esencial para abordar los desafíos globales. La gobernanza multinivel, que conecta lo local con lo nacional e internacional, es crucial para el éxito de los SRI (OECD, 2019).

La relación entre los SRI y el cumplimiento de los ODS ha sido ampliamente discutida en la literatura contemporánea. Los ODS buscan alcanzar un desarrollo equilibrado en tres dimensiones clave: social, económica y ambiental (ONU, 2015). En este sentido, los SRI no solo deben fomentar la innovación para el crecimiento económico, sino también para mejorar la cohesión social y reducir el impacto ambiental. Los estudios de Schot y Steinmueller (2018) sostienen que la transición hacia sistemas de innovación orientados a los ODS implica cambios fundamentales en las políticas de innovación, promoviendo el uso de tecnologías limpias y prácticas sostenibles.

Además, la Comisión Europea (2020) destaca que los sistemas de innovación deben estar alineados con los principios de sostenibilidad para cumplir con los ODS, subrayando la necesidad de una mayor inversión en investigación que apunte a soluciones verdes, eficientes y equitativas. Las estrategias de especialización inteligente (RIS3), desarrolladas por la Comisión Europea, han sido un marco para impulsar la innovación regional con un enfoque en sectores prioritarios que incluyen las energías renovables, la agricultura sostenible y la economía circular (European Commission, 2020).

En el caso de la Región de Antofagasta, que tiene una fuerte dependencia del sector minero, la alineación de los sistemas regionales de innovación con los ODS es crítica para la transición hacia una economía más sostenible. Las investigaciones realizadas en la región sugieren que la diversificación de la matriz productiva y la incorporación de tecnologías limpias en la minería son esenciales para reducir los impactos negativos de la actividad extractiva (OECD, 2023).

En la literatura se reconoce que las regiones mineras y aquellas con economías basadas en recursos naturales enfrentan desafíos específicos para diversificar sus economías y promover un desarrollo más sostenible. Según la OECD (2023), en América Latina las regiones como Antofagasta deben lidiar con una dependencia histórica de actividades extractivas, como la minería, que ha generado un crecimiento económico considerable, pero también ha aumentado la vulnerabilidad ante fluctuaciones en los precios de los *commodities* y ha exacerbado problemas ambientales. Esto representa un reto crucial para las políticas de innovación en estas regiones, que deben enfocarse no solo en la competitividad económica, sino también en la sostenibilidad ambiental y social.

En este contexto, las políticas públicas juegan un rol central en la integración de la sostenibilidad en los SRI. La experiencia de países como Suecia y Alemania ha demostrado que la implementación de políticas de innovación orientadas a la sostenibilidad, con incentivos a la investigación en tecnologías limpias y el fortalecimiento de redes de innovación local, ha permitido a estas naciones avanzar en el cumplimiento de los ODS. En particular, las políticas de innovación deben promover energías limpias, la economía circular y tecnologías sostenibles para reducir los impactos ambientales de las actividades económicas predominantes. La investigación de Schot y Steinmueller (2018) subraya la necesidad de “transiciones socio-técnicas”, donde los sistemas de innovación regionales estén orientados hacia el logro de metas de sostenibilidad. Estas transiciones requieren un fuerte apoyo del Estado, así como una mayor colaboración entre empresas, universidades y comunidades locales.

En el contexto de Chile, CORFO y ANID han sido actores clave en la promoción de la innovación a nivel regional, impulsando iniciativas que buscan diversificar las economías de regiones mineras como Antofagasta. Sin embargo, según las teorías actuales sobre SRI, uno de los mayores desafíos es la capacidad de integrar verdaderamente los principios de sostenibilidad en los sistemas de innovación regionales. Aunque estas instituciones han fomentado la innovación, es crucial que estos esfuerzos estén alineados con los ODS y que incluyan una mayor participación de actores locales y el reconocimiento de conocimientos no tradicionales, como los saberes ancestrales y la biodiversidad, que pueden ofrecer soluciones innovadoras y sostenibles para desafíos locales, como la gestión del agua y la conservación de recursos naturales (ANID, 2021; Berkes, 2018).

También se identifica que un obstáculo recurrente en regiones con economías basadas en recursos naturales es la falta de infraestructura adecuada y la insuficiencia de financiamiento para la investigación y el desarrollo sostenible. OECD (2023) destaca que, a menudo, estas regiones carecen de la capacidad institucional y financiera para sostener iniciativas de innovación a largo plazo. Por lo tanto, la coordinación entre actores locales, gobiernos y el sector privado es esencial para articular políticas públicas coherentes que apoyen la transición hacia una economía verde.

Finalmente, las teorías sobre sistemas de innovación regionales apuntan a importantes oportunidades. La transición hacia una economía verde, impulsada por los ODS, crea nuevas posibilidades para el desarrollo de tecnologías sostenibles y la generación de empleo en sectores como las energías renovables, la biotecnología y la economía circular (European Commission, 2020). Para que estas oportunidades sean aprovechadas, los sistemas regionales de innovación deben ser más inclusivos, orientados hacia el bien común y sensibles a las necesidades locales. Esto implica que las políticas de innovación deben integrar de manera efectiva las demandas de las comunidades y priorizar la sostenibilidad a largo plazo en sus estrategias.

3. PRINCIPALES ACTORES DE ECOSISTEMA DE I+D EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

El ecosistema de innovación en la Región de Antofagasta es un entramado complejo y dinámico, compuesto por una diversidad de actores que interactúan y colaboran para impulsar el desarrollo sostenible de la región. Entre estos actores se destacan empresas mineras, universidades, organizaciones gubernamentales y asociaciones empresariales, cada uno con roles específicos y complementarios.

3.1. Minería

Las empresas mineras son pilares fundamentales del ecosistema de innovación en Antofagasta. No solo son las principales fuentes de empleo y desarrollo económico, sino también líderes en la adopción de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles. Estas empresas invierten significativamente en investigación y desarrollo (I+D), buscando optimizar procesos, mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de sus operaciones. Además, fomentan la innovación a través de alianzas estratégicas con centros de investigación y *startups* tecnológicas, promoviendo así la transferencia de conocimientos y la implementación de soluciones innovadoras en el sector minero. Entre los actores más relevantes de este sector se encuentran:

- **CODELCO:** la mayor empresa cuprífera del mundo lidera múltiples iniciativas de innovación en la industria del cobre. La empresa invierte en tecnología avanzada y soluciones sostenibles que abarcan desde la automatización de procesos hasta la gestión eficiente de recursos hídricos y energéticos. CODELCO también trabaja en proyectos de economía circular, promoviendo el reciclaje y la reutilización de materiales, y colaborando con otros actores del ecosistema para impulsar el desarrollo de tecnologías disruptivas.
- **BHP:** referente en la innovación minera, enfocándose en proyectos que abordan la automatización, la descarbonización y la utilización eficiente de recursos. La empresa invierte en tecnologías de vanguardia como vehículos autónomos, sistemas de gestión de datos y energías renovables. BHP también participa activamente en iniciativas de reducción de emisiones de carbono y mejora de la sostenibilidad en sus operaciones globales, contribuyendo significativamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- **AMSA (Antofagasta Minerals):** Antofagasta Minerals es un actor líder en la promoción de la innovación en la minería sostenible y la eficiencia energética. AMSA desarrolla y apoya programas de investigación y desarrollo (I+D) que buscan optimizar procesos mineros, reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental de sus operaciones. La empresa colabora estrechamente con universidades y centros de investigación para implementar tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles que mejoren la productividad y la sostenibilidad de la industria minera.
- **SQM:** SQM se dedica a la investigación y desarrollo de tecnologías para la producción sostenible de litio y otros minerales críticos. La empresa se enfoca en mejorar la eficiencia de sus procesos de extracción y producción, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo prácticas sostenibles. SQM colabora con instituciones académicas y centros de investigación para desarrollar nuevas tecnologías y métodos que optimicen la producción de minerales esenciales para la transición energética global.

3.2. Organizaciones gubernamentales

El rol del Gobierno en el ecosistema de innovación es esencial para la creación de un entorno favorable al desarrollo. A través de políticas públicas, financiamiento y regulaciones, las organizaciones gubernamentales de Antofagasta apoyan iniciativas de innovación y sostenibilidad. Programas gubernamentales proporcionan fondos para proyectos de I+D, incentivos fiscales para empresas innovadoras y apoyo a emprendedores y startups. Además, estas entidades facilitan la cooperación entre los distintos actores del ecosistema, promoviendo la creación de redes y la realización de eventos y conferencias que fomentan el intercambio de ideas y experiencias. Los principales actores relevantes de esta área son los siguientes:

- **GORE Antofagasta:** El Gobierno Regional de Antofagasta juega un papel crucial en la coordinación y financiación de proyectos de innovación en la región. A través de diversas iniciativas y programas, GORE apoya a emprendedores y *startups*, facilitando el acceso a recursos financieros y técnicos necesarios para el desarrollo de proyectos innovadores. Además, promueve la colaboración entre los distintos actores del ecosistema, fomentando un entorno propicio para la innovación y el desarrollo sostenible
- **AMRA (Asociación de Municipios de la Región de Antofagasta):** AMRA promueve el desarrollo local y regional mediante iniciativas de innovación y sostenibilidad. La asociación trabaja con municipios para implementar proyectos que mejoren la calidad de vida de los residentes, optimicen la gestión de recursos y fomenten prácticas sostenibles en las comunidades. AMRA también facilita la participación de los municipios en redes de colaboración y proyectos conjuntos con otros actores del ecosistema de innovación.

3.3. Sector privado, gremios y asociaciones empresariales

Las asociaciones empresariales juegan un papel vital en la cohesión y articulación del ecosistema de innovación en Antofagasta. Entidades como la Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA) y el Clúster Minero de Antofagasta actúan como plataformas de coordinación y colaboración entre las empresas, las universidades y el Gobierno. Estas asociaciones organizan actividades de *networking*, capacitaciones y proyectos colaborativos que promueven la innovación y el desarrollo sostenible. Además, representan los intereses del sector empresarial ante el Gobierno y otros *stakeholders*, asegurando que las necesidades y desafíos de la industria sean tenidos en cuenta en la formulación de políticas públicas.

También son parte del ecosistema de innovación algunas consultoras de innovación, como Quintil Valley y Philigrand, las cuales proporcionan estrategias de crecimiento a empresas de sectores como el minero y la tecnología.

4. FINANCIAMIENTO PÚBLICO DEL I+D A NIVEL REGIONAL

El gasto público en investigación y desarrollo (I+D) es fundamental para promover la innovación y el crecimiento económico sostenible, y abordar desafíos sociales clave, principalmente cuando el sector privado no puede asumir riesgos elevados o cuando los beneficios son de largo plazo (Banco Mundial, 2020; OECD, 2021). Asimismo, la distribución geográfica del gasto público en investigación y desarrollo es clave para fomentar el desarrollo equitativo y sostenible del país. Las necesidades de innovación y desarrollo pueden variar significativamente entre regiones. Una distribución más equitativa del gasto en I+D contribuye a la cohesión social al proporcionar igualdad de oportunidades a las regiones para acceder a los recursos que impulsen el desarrollo. Al distribuir el gasto en I+D, facilita el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en universidades y centros de investigación a nivel subnacional.

En el contexto chileno, la Encuestas sobre Créditos Presupuestarios Públicos para la Investigación (GBARD) permite identificar y cuantificar el presupuesto público para investigación y sus objetivos, según ubicación geográfica, sector ejecutor, entre otros criterios (Ministerio de Ciencias, 2023). A nivel nacional, según la última medición correspondiente al año 2021, la inversión pública en I+D fue de 459 mil millones de pesos, lo que representa, un 0,19% del PIB nacional. Con respecto a la evolución de su distribución geográfica, entre los años 2018 y 2021 se observa que la región de Antofagasta concentra entre 1,6% y 2,1% del total gasto público nacional en I+D (GBARD, 2021). En términos cuantitativos, en la Región de Antofagasta se ejecutaron 9.371 millones de pesos en gastos en I+D, lo que representa un 0,035% del Producto Interno Bruto Regional¹.

4.1. Institucionalidad e I+D en la región

Conocer las áreas de interés de investigación en una región subnacional es crucial para alinear las inversiones en I+D con las necesidades locales, promover el desarrollo económico específico y generar soluciones innovadoras adaptadas al contexto regional. Los centros se constituyen a partir de un grupo de científicos locales que han elegido, según sus propias líneas de investigación y capacidades en I+D, un área del conocimiento que consideran esencial para el desarrollo de la región. Esta elección se realiza sin depender de un sistema de financiamiento que imponga temáticas basadas en desafíos regionales. En el contexto de la Región de Antofagasta, la Estrategia Regio-

1 Cifra estimada por los autores a partir de datos de la Encuesta sobre Créditos Presupuestarios Públicos para la Investigación y de la Base de Datos Estadística del Banco Central de Chile, utilizando valores nominales del año 2021.

nal de Innovación 2022-2028 (Gobierno Regional de Antofagasta, 2013), se aproxima a brindar un marco de requerimiento de áreas de investigación. Entre estas principales áreas, se encuentran las siguientes:

- Área de Minería
- Área de Laboratorios Naturales
- Área de turismo de intereses especiales.

Además de estas principales áreas, se consideran en la estructura de la estrategia regional otras áreas habilitantes, como recursos hídricos, transformación verde y transformación digital, Hub Oceánico, innovación social, educación y conocimiento.

Entre los objetivos de la ERI, se encuentran los siguientes: 1. Robustecer un Ecosistema de Innovación eficaz y bien articulado en las nueve comunas de la región y consolidar alianzas público-privadas que incorporen el compromiso de desarrollo de la ERI 2022-2028. 2. Elevar los niveles de transferencia efectiva de conocimiento en la región formando, reteniendo y atrayendo talento e impulsando una mayor inversión en infraestructuras habilitantes para la investigación. 3. Impulsar la innovación social como catalizador de la mejora en la calidad de vida de las personas. 4. Diversificar la matriz-productiva de la región traccionando desde los sectores líderes a aquellos que son incipientes, incrementando la base de negocios locales/regionales de alto valor agregado en el corto-medio plazo. 5. Potenciar el valor de los recursos naturales y patrimoniales de la región, posicionando el territorio como líder nacional en actuaciones encaminadas a enfrentar el cambio climático y la preservación de los espacios naturales.

4.1.1. Centros de I+D+i en la Región de Antofagasta

Basados en estos objetivos, áreas de interés y condiciones habilitantes, se ha generado un sistema de financiamiento regional para I+D+i que ayuda a descentralizar la distribución de recursos de la I+D en Antofagasta.

El mecanismo de financiamiento de la estrategia, en un modelo descentralizado, es el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). FIC es un instrumento de financiamiento del Gobierno Regional de Antofagasta, respaldado en la Ley de Presupuesto del año correspondiente y la Resolución n.º 2 del 2016 de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, y está destinado a promover la competitividad de los sectores productivo, en asociación con instituciones receptoras especializadas que aseguren que el esfuerzo de inversión logre mejoras significativas en la competitividad y el desarrollo de la región.

En este contexto de financiamiento estratégico, a continuación, se describen los centros de investigación existentes en la región:

- a) Centro Científico Tecnológico de Antofagasta (CICITEM)²
 - Líneas de Investigación: Minería, Recursos Hídricos, Energía, Medio Ambiente.
 - Aportes: Investigación aplicada y desarrollo tecnológico en áreas críticas para la región, ofreciendo soluciones innovadoras para la industria minera y energética.
- b) Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (CDEA)³
 - Líneas de Investigación: Energía fotovoltaica, sistemas solares térmicos, integración de energías renovables en sistemas eléctricos.
 - Aportes: Proyectos relacionados con energías renovables, optimización del uso de recursos energéticos y desarrollo de tecnologías limpias.
- c) Centro de Bioinnovación de Antofagasta (CBIA)⁴
 - Líneas de Investigación: Biotecnología, microbiología, biología molecular.
 - Aportes: Investigación básica y aplicaciones prácticas, colaborando con la industria local para desarrollar soluciones biotecnológicas innovadoras.
- d) Centro de Investigación en Inmunología y Biotecnología Biomédica (CIIBBA)⁵
 - Líneas de Investigación: Inmunología, virología, microbiología, parasitología, biomedicina.
 - Aportes: Investigación biomédica de alta calidad, desarrollo de productos biotecnológicos como vacunas y herramientas de diagnóstico.
- e) Centro de Biotecnología de la Universidad Católica del Norte (CBAR)⁶
 - Líneas de Investigación: Geomicrobiología, biominería, control ambiental.
 - Aportes: Servicios especializados en biotecnología y microbiología, contribuyendo al control ambiental y optimización de procesos biotecnológicos.
- f) Centro de Investigación en Fisiología y Medicina de Altura (FIMEDALT)⁷
 - Líneas de Investigación: Biología celular, fisiología humana, herramientas biomédicas, detección de marcadores moleculares.
 - Aportes: Estudio de los efectos de la altitud en la salud humana, desarrollo de soluciones para mejorar la productividad y salud en ambientes extremos.
- g) Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITSAZA)⁸
 - Líneas de Investigación: Gestión sustentable del recurso hídrico, tecnologías para zonas áridas.

2 Centro Científico Tecnológico de Antofagasta (CICITEM). <https://www.cicitem.cl/>

3 Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (CDEA). www.cdeaua.cl

4 Centro de Bioinnovación de Antofagasta (CBIA). www.cbia.cl/

5 Centro de Investigación en Inmunología y Biotecnología Biomédica (CIIBBA). www.uantof.cl/centros/centro-de-investigacion-en-inmunologia-y-biotecnologia-biomedica-de-antofagasta-ciiba/

6 Centro de Biotecnología de la Universidad Católica del Norte (CBAR). www.ucn.cl/sobre-ucn/vicerrectorias/vicerrectoria-de-investigacion-y-desarrollo-tecnologico/centro-de-biotecnologia/

7 Centro de Investigación en Fisiología y Medicina de Altura (FIMEDALT). www.uantof.cl

8 Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITSAZA). <https://www.ceitsaza.cl/>

- Aportes: Gestión eficiente del agua en zonas áridas, desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente.
- h) Centro de Innovación y Desarrollo de Talentos Académicos (DELTA)⁹
- Líneas de Investigación: Valor e impacto de programas educativos, innovación en educación.
 - Aportes: Investigación y mejora de la efectividad de programas educativos, proporcionando información valiosa para la innovación en educación.
- i) Centro de desarrollo de Biotecnología Industrial y Bioproductos DOMOLIF, Chile (SR-245)¹⁰
- Líneas de Investigación: Mitigación de material particulado, biocorrosión, recursos hídricos, Metagenómica de ecosistemas vulnerables, Microbioma Regional, Desarrollo de bioproductos.
 - Aportes: Biotecnología para impactar a la Industria y la región en los procesos, en economía circular y cambio climático. Además, juega un rol como aceleradora de empresas EBCT.

4.2. Iniciativas de I+D en la Región de Antofagasta

A su vez, las Región de Antofagasta cuenta con diversas iniciativas orientadas a potenciar el ecosistema de I+D a nivel regional. A continuación, se presenta un ejemplo de las principales iniciativas.

AntofalInnova¹¹ es un modelo de ecosistema de innovación y emprendimiento que coordina y articula a veintisiete instituciones regionales. Este programa se enfoca en la preincubación y acompañamiento de emprendimientos dinámicos, además de promover la internacionalización de innovaciones desarrolladas en la región.

- ASTER es una aceleradora de *startups* que se centra en soluciones para la industria minera. Con sede en Antofagasta, Chile, ASTER actúa como un puente entre los *startups* tecnológicos y un ecosistema estratégico de clase mundial. La aceleradora ofrece un programa de aceleración personalizado que dura cuatro meses y combina actividades online y presenciales. Su objetivo es impulsar el crecimiento de *startups* mediante el financiamiento inicial y la posibilidad de obtener seguimiento de inversión a través del Fondo Copérnico.
- SAWU es una plataforma dedicada a conectar pequeñas y medianas empresas (PYMES) locales con BHP, facilitando el suministro de bienes y servicios a sus

9 Centro de Innovación y Desarrollo de Talentos Académicos (DELTA). <https://www.ucn.cl/sobre-ucn/vicerectorias/vicerectoria-de-investigacion-y-desarrollo-tecnologico/centro-de-investigacion-delta/>

10 DOMOLIF. www.domolif.com

11 AntofalInnova. <https://www.antofainnova.cl/>

operaciones en Chile. SAWU administra el Programa de Compra Local, el cual está diseñado para apoyar a los proveedores locales en Antofagasta y Tarapacá. Esta iniciativa busca simplificar el proceso de registro, cotización y seguimiento para los proveedores, ofreciendo soporte y capacitación para ayudarlos a crecer y mejorar su competitividad.

- Atacama Angels es la primera red de *inversionistas ángel* en el norte de Chile. Su objetivo principal es apoyar a emprendedores con proyectos de alto potencial que generen valor tanto a nivel regional como nacional. La red busca contribuir al desarrollo económico mediante la diversificación de la matriz productiva y la creación de nuevas oportunidades de empleo
- Programas de Innovación Abierta: Articulados con sectores industriales competitivos de la región, estos programas buscan aumentar la colaboración entre empresas y emprendedores, facilitando la adopción de nuevas tecnologías y prácticas innovadoras. Iniciativas lideradas por Fundación Chile (EXPANDE) y Quintil Valley han tenido buenos resultados en la región.
- Incubadoras de Negocios son iniciativas para el desarrollo de *startups* de base tecnológica, proporcionando formación, recursos y conexiones con la industria regional y nacional. Una de estas aceleradoras es KALPA programa de incubación y acompañamiento para emprendimientos con base tecnológica que generen impacto en la Región de Antofagasta. Está desarrollado por la incubadora de negocios Digevo Ventures y la Dirección de Innovación de la Universidad de los Andes, con el apoyo de Corfo Antofagasta.

5. PRINCIPALES BRECHAS DEL I+D+I EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

La integración del conocimiento ancestral y la biodiversidad en el ecosistema de investigación y desarrollo (I+D) de Antofagasta es un componente crucial para su evolución hacia un modelo más sostenible. La región cuenta con una vasta riqueza cultural y natural que ha sido subutilizada hasta ahora en las estrategias de innovación. Los saberes tradicionales y la biodiversidad no solo representan recursos culturales valiosos, sino que también ofrecen una fuente de innovación que podría generar soluciones únicas para enfrentar los desafíos tanto actuales como futuros. La combinación de estos conocimientos ancestrales con tecnologías modernas tiene el potencial de abrir nuevas vías de desarrollo sostenible, fomentando la creación de prácticas y productos innovadores

que respeten y aprovechen los recursos naturales de manera más eficiente. Para que esto sea posible, es fundamental fomentar un diálogo y una colaboración activa entre las comunidades locales, los investigadores y las empresas. La inclusión de estos saberes en los programas de I+D no solo enriquecerá el ecosistema de innovación, sino que también contribuirá a un desarrollo más equitativo y adaptado a las realidades locales.

Por otro lado, la descarbonización y el valor agregado en la industria del litio ofrecen una oportunidad sin precedentes para transformar Antofagasta en un líder mundial en minería sostenible. La instalación del Instituto de Tecnologías Limpias y el Instituto Tecnológico del Litio en la región permite avanzar hacia una minería descarbonizada y con valor agregado. Estos institutos están en una posición privilegiada para liderar proyectos de investigación que promuevan prácticas más sostenibles y eficientes en la extracción y procesamiento del litio, recurso clave en la transición energética global. Sin embargo, para maximizar este potencial se requiere una colaboración efectiva entre los institutos y las empresas locales. Implementar proyectos conjuntos de I+D permitirá desarrollar tecnologías innovadoras que optimicen la extracción y el procesamiento del litio, mientras que la creación de cadenas de valor bien estructuradas puede maximizar los beneficios económicos y ambientales. La reducción de la huella de carbono de la industria minera es un objetivo alcanzable si se logran integrar estos esfuerzos, contribuyendo no solo a un desarrollo económico más sostenible, sino también a un modelo más equitativo para la región.

El desafío de la formación y retención de capital humano sigue siendo uno de los puntos críticos para el desarrollo de un ecosistema de I+D robusto en Antofagasta. A pesar de los avances significativos en la formación de profesionales capacitados, la fuga de talento sigue representando una amenaza para el fortalecimiento del ecosistema local. Muchos de los profesionales formados en la región emigran en busca de mejores oportunidades laborales, lo que deja al ecosistema de innovación local en desventaja. Para asegurar su sostenibilidad, es necesario implementar estrategias que no solo formen talento, sino que también lo retengan. Estas estrategias podrían incluir incentivos económicos, programas de desarrollo profesional más atractivos, mejoras en la calidad de vida en la región, y la creación de un entorno laboral que fomente la innovación y el crecimiento profesional. Un entorno atractivo y dinámico no solo ayudaría a retener a estos talentos, sino que también permitiría a Antofagasta consolidarse como un polo de innovación en Chile. Además, fortalecer las redes de colaboración entre las instituciones académicas, el sector privado y el Gobierno es crucial para ofrecer oportunidades laborales y de desarrollo profesional que sean competitivas y atractivas para los profesionales altamente capacitados.

Integrar estas estrategias y enfoques permitirá a la Región de Antofagasta avanzar significativamente hacia un desarrollo económico, tecnológico y social más sostenible y equitativo. La convergencia de saberes tradicionales, nuevas tecnologías y capital humano especializado puede transformar la región en un referente global de innovación y sostenibilidad.

6. PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA LA REDUCCIÓN DE BRECHAS DE I+D A NIVEL REGIONAL

La promoción de la innovación inclusiva es un aspecto fundamental para el desarrollo sostenible de Antofagasta, y uno de los enfoques clave es la integración del conocimiento ancestral y la biodiversidad en los programas de investigación y desarrollo. Para lograrlo, resulta crucial la creación de plataformas de diálogo y colaboración entre las comunidades locales, los investigadores y las empresas. Este enfoque permitirá desarrollar soluciones innovadoras que respeten y potencien los recursos naturales y culturales de la región, generando un equilibrio entre el desarrollo tecnológico y el respeto por los saberes tradicionales que han sostenido a las comunidades por generaciones.

Un área que también debe recibir atención prioritaria es el impulso hacia una minería sostenible. Las capacidades del Instituto de Tecnologías Limpias y el Instituto Tecnológico del Litio brindan una oportunidad inmejorable para liderar la transición hacia una minería descarbonizada. A través de proyectos conjuntos de investigación y desarrollo (I+D), la colaboración entre estos institutos y las empresas locales puede fomentar prácticas más eficientes y sostenibles en la extracción y procesamiento del litio, uno de los recursos clave de la región. Esta colaboración es fundamental no solo para reducir el impacto ambiental de la minería, sino también para posicionar a Antofagasta como un líder en la transición hacia energías limpias y sostenibles a nivel mundial.

El fortalecimiento del capital humano también es vital para el éxito de cualquier ecosistema de innovación. Para atraer y retener talento, es necesario desarrollar estrategias integrales que incluyan incentivos económicos, programas de desarrollo profesional y mejoras en la calidad de vida en la región. Crear un entorno laboral atractivo y dinámico, que fomente la innovación y el crecimiento profesional, será crucial para asegurar que los profesionales altamente capacitados encuentren en Antofagasta un lugar donde puedan desarrollar sus carreras. Además, es esencial fortalecer las redes de colaboración entre las instituciones académicas, el sector privado y el gobierno para generar oportunidades de empleo y desarrollo profesional que sean atractivas a largo plazo.

El ecosistema de I+D e innovación en Antofagasta tiene un enorme potencial para convertirse en un referente de desarrollo sostenible y tecnológico a nivel nacional e internacional. Superar las brechas existentes y aprovechar las oportunidades emergentes será clave para fortalecer este ecosistema. La integración de conocimientos ancestrales y biodiversidad, el impulso a la descarbonización y el valor agregado en la industria del litio, así como la formación y retención de capital humano, son áreas prioritarias que requieren atención y acción concertada. Con un enfoque colaborativo y una visión a largo plazo, Antofagasta puede consolidarse como un epicentro de innovación y sostenibilidad no solo en Chile, sino también a nivel global.

Otro pilar esencial para la transformación del ecosistema de I+D en Antofagasta es el fomento de la colaboración interdisciplinaria, particularmente en la integración de los conocimientos derivados de la investigación científica con los saberes ancestrales y la biodiversidad local. La riqueza cultural y natural de la región es un recurso invaluable, no solo como base para soluciones innovadoras, sino también como una fuente clave para garantizar que dichas soluciones sean sostenibles y respetuosas con el entorno. Los saberes ancestrales, transmitidos de generación en generación, están profundamente vinculados a la gestión de la biodiversidad y a la adaptación a las condiciones climáticas y territoriales de la región. Esta sinergia entre conocimiento tradicional y científico puede generar enfoques más holísticos y equilibrados para abordar los problemas sociales y productivos, maximizando el uso eficiente de los recursos naturales mientras se respeta el tejido cultural de las comunidades locales.

El desarrollo de soluciones innovadoras que provengan de esta integración no solo tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de las comunidades indígenas y rurales, sino también de ofrecer respuestas más adaptadas y resilientes frente a los desafíos del cambio climático, la gestión del agua y la preservación de ecosistemas frágiles. Para que esto ocurra, es crucial crear plataformas y espacios de diálogo que permitan la colaboración activa entre investigadores, comunidades indígenas y expertos en biodiversidad. La integración efectiva de estos saberes diversos no solo enriquecerá el ecosistema de I+D, sino que contribuirá a una mayor cohesión social y a un desarrollo más inclusivo y equitativo, alineado con los principios de sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

El desarrollo de infraestructura y capacidades tecnológicas también es un componente central en la promoción de la innovación. Invertir en la construcción y modernización de laboratorios, centros de investigación y universidades es esencial para impulsar la investigación en tecnologías avanzadas. Esto debe ir acompañado de la capacitación continua de profesionales en áreas clave como la minería, las energías renovables y la biotecnología. Además, la creación de redes de colaboración entre instituciones académicas, empresas y el sector público permitirá potenciar las capacidades tecnológicas de la región, creando un entorno propicio para la innovación y el desarrollo sostenible.

La innovación social es otro aspecto clave que puede actuar como catalizador para la mejora de la calidad de vida en Antofagasta. Fomentar proyectos que aborden desafíos sociales como la educación, la salud y la inclusión mediante soluciones innovadoras, puede tener un impacto significativo en las comunidades locales. Es necesario apoyar a los emprendedores sociales, financiar iniciativas comunitarias y crear programas de incubación y aceleración para proyectos con un enfoque social. La colaboración entre el sector privado, el Gobierno y las organizaciones de la sociedad civil será fundamental para impulsar la innovación social en la región, generando así un desarrollo más equitativo.

Por último, la diversificación de la matriz productiva es esencial para incrementar la base de negocios locales y regionales con alto valor agregado. Aprovechar la experiencia y los recursos de sectores líderes, como la minería y la energía, para fomentar el desarrollo de sectores emergentes es clave para diversificar la economía de la región. Promover el emprendimiento y la creación de nuevas empresas en áreas como la biotecnología, las energías renovables y la economía circular generará nuevas oportunidades de empleo y crecimiento económico sostenible. Apoyar a las pequeñas y medianas empresas en su integración a cadenas de valor globales, facilitando el acceso a mercados internacionales y la adopción de tecnologías avanzadas, será crucial para la sostenibilidad a largo plazo.

Al fortalecer estos aspectos, Antofagasta podrá consolidarse como un líder en desarrollo sostenible, integrando conocimientos tradicionales y modernos para enfrentar los desafíos del futuro. La colaboración interdisciplinaria, el desarrollo de infraestructura y capacidades tecnológicas, la promoción de la innovación social y la diversificación de la matriz productiva son pilares fundamentales para construir un futuro próspero y sostenible para la región. Con un enfoque integral y colaborativo, Antofagasta puede convertirse en un modelo de referencia para otras regiones de Chile y del mundo, demostrando cómo el conocimiento y la innovación pueden ser motores de desarrollo sostenible y bienestar social.

REFLEXIONES FINALES

El análisis del ecosistema de investigación y desarrollo (I+D) de la Región de Antofagasta, en el contexto de los sistemas regionales de innovación (SRI), revela importantes desafíos en su alineación con los principios de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). A pesar de los avances en sectores tradicionales como la minería y la energía, la región aún enfrenta limitaciones que obstaculizan su transición hacia un desarrollo más inclusivo, equitativo y sostenible.

La diversificación de la matriz productiva es uno de los desafíos más relevantes para el ecosistema de Antofagasta. Aunque se han realizado esfuerzos para fomentar la innovación, las áreas emergentes como la biotecnología, las energías renovables y las tecnologías limpias aún no han alcanzado un desarrollo significativo. Estas áreas tienen un enorme potencial para promover un crecimiento sostenible, pero su integración en el ecosistema sigue siendo incipiente. La dependencia de sectores tradicionales como la minería es evidente, lo que limita la capacidad de la región para adaptarse a las nuevas demandas de sostenibilidad y resiliencia económica.

Un componente clave para que un sistema regional de innovación tenga éxito es la capacidad de aprovechar los recursos locales, como los conocimientos ancestrales y la biodiversidad. La Región de Antofagasta cuenta con una riqueza cultural y natural que podría generar soluciones innovadoras y sostenibles a problemas locales, como la gestión del agua o la conservación de los recursos. Sin embargo, la falta de integración de estos saberes en los programas de I+D es un obstáculo significativo. La inclusión de estos conocimientos no solo diversificaría las soluciones tecnológicas, sino que también contribuiría a un desarrollo más inclusivo y cohesionado, alineado con los principios de la sostenibilidad.

Otro desafío importante es el financiamiento y la infraestructura. Si bien el gasto público en I+D ha aumentado, su distribución sigue favoreciendo a los sectores más tradicionales, como la minería y la energía, mientras que los sectores emergentes no reciben el apoyo necesario. Para que el ecosistema de I+D de Antofagasta pueda avanzar hacia una economía verde, es esencial que se redirijan los recursos hacia tecnologías limpias y proyectos que promuevan la resiliencia climática. Las limitaciones actuales en el financiamiento reflejan una falta de alineación con los ODS, que requieren una transición hacia un modelo económico más sostenible y diversificado.

Además, un elemento crucial en la consolidación del ecosistema es la retención y formación de capital humano. A pesar de los avances en la creación de centros tecnológicos y programas de formación, la región sigue experimentando una fuga de talentos. Para fortalecer el ecosistema de I+D, es esencial que los profesionales capacitados encuentren oportunidades atractivas en la región, particularmente en sectores emergentes de alto valor agregado. El fortalecimiento de los vínculos entre la academia, el sector privado y el Gobierno puede contribuir a generar un entorno más favorable para la innovación y el desarrollo de talento local.

El ecosistema de I+D en Antofagasta, aunque ha demostrado avances en sectores tradicionales, aún no está completamente alineado con los principios de la Agenda 2030. Las brechas en la diversificación económica, la falta de integración de conocimientos locales, las limitaciones en la infraestructura y el financiamiento, así como la retención de talento, representan desafíos que deben abordarse para lograr una alineación más efectiva con los ODS. Superar estos desafíos será crucial para que el ecosistema de I+D de la región pueda avanzar hacia un modelo de desarrollo más inclusivo y sostenible.

Para que el ecosistema de I+D de Antofagasta logre una transformación hacia un modelo de desarrollo más sostenible y resiliente es esencial fomentar la diversificación productiva hacia sectores emergentes como la biotecnología y las energías limpias, integrar de manera efectiva los saberes ancestrales y la biodiversidad en los programas de I+D, incrementar el financiamiento para proyectos de innovación en áreas sostenibles y desarrollar políticas que incentiven la retención de talento y fortalezcan la colaboración entre actores clave. Solo mediante la implementación de estas acciones será posible construir un ecosistema de innovación que no solo promueva el crecimiento económico, sino que también fomente la equidad social y la sostenibilidad ambiental en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). (2021). Informe Anual 2021. Santiago, Chile: ANID. Recuperado de <https://www.anid.cl>
- Asheim, B. T., & Gertler, M. S. (2005). The geography of innovation: Regional innovation systems. The Oxford Handbook of Innovation. DOI: 10.1093/oxford-hb/9780199286805.003.0011
- Banco Mundial. (2020). Informe sobre el desarrollo mundial: Innovación y crecimiento económico. Banco Mundial. <https://www.worldbank.org/reports>
- Berkes, F. (2018). Sacred Ecology (4th ed.). Routledge. DOI: 10.4324/9781315114644
- Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). (2022). Informe de Innovación y Tecnología 2022. Santiago, Chile: CORFO. Recuperado de <https://www.corfo.cl>
- Cooke, P. (1992). Regional innovation systems: Competitive regulation in the new Europe. Geoforum, 23(3), 365-382. [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(92\)90048-9](https://doi.org/10.1016/0016-7185(92)90048-9)
- European Commission: Directorate-General for Research and Innovation. (2020). A new ERA for research and innovation : staff working document. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/605834>.
- Freeman, C. (1987). Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. Pinter Publishers, London.
- GEIAL. (2023). Ranking GEIAL 2023: Ciudades Intermedias y Emprendimientos. GEIAL.
- Global Sustainable Development Report (GSDR). (2023). Times of Crisis, Times of Change: Science for Accelerating Transformations to Sustainable Development. United Nations. Recuperado de <https://sdgs.un.org/publications>
- Lundvall, B. A. (1992) National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers, London.
- OECD. (2023). Mining Regions and Cities in the Region of Antofagasta, Chile. OECD Publishing. Recuperado de https://www.oecd.org/en/publications/mining-regions-and-cities-in-the-region-of-antofagasta-chile_336e2d2f-en.html
- OCDE. (2021). El impulso de la innovación a través del financiamiento público en I+D. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. <https://www.oecd.org/publications>
- OECD. (2019). Regions in Industrial Transition: Policies for People and Places, OECD Regional Development Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c76ec2a1-en>
- ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sustentable. Agenda 2030. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. Research Policy, 47(9), 1554-1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>

COMITÉ EDITORIAL

- Cristian Rodríguez Salas
- Catalina Salgado Álvarez
- Juan Páez Cortés
- Katherine Segovia Olivares

AUTORES

Rodrigo Álvarez Veliz. *Geógrafo, Pontificia Universidad Católica de Chile.*

Jonathan Richard Barton. *Doctor en Historia Económica, Universidad de Liverpool.*

Pamela Chavez Crooker. *Post Doctorado en Fisiología Celular en Metales Pesados, Universidad de Hawái. Doctora en Microbiología Molecular y Biotecnología, Universidad de Kyoto.*

Jorge Dehays Rocha. *Doctor en estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela.*

José Antonio González Pizarro. *Doctor en Filosofía y Letras con mención en Historia, Universidad de Navarra.*

Catalina Guerra Maldonado. *Socióloga, Universidad de Chile. Diplomado en género desarrollo e inclusión social en América latina.*

Juan Páez Cortés. *Magíster en economía aplicada con mención en Estudios Regionales, Universidad Católica del Norte.*

Gino Pérez Lancellotti. *Doctor de Arquitectura, Universidad de Florencia y Máster en proyectos urbanos, Universidad Politécnica de Cataluña.*

Paulina Ponce Philimon. *Magíster en Políticas Públicas y Gobernanza, Universidad Católica del Norte Master en Ciencias de la Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, Universidad Autónoma de Barcelona.”*

Natalia Pozo Morales. *Geógrafa, Universidad Católica de Santiago.*

Ximena Salgado Álvarez. *Geóloga, Universidad Católica del Norte. Diplomado en Hidrogeología aplicada a minería y medio ambiente de la Universidad de Chile.*

Javier Urrutia Meza. *Doctor en Ciencias Mención Geología, Universidad Católica del Norte.*

Cristian Rodríguez Salas. *Doctor en Ciencias Políticas, Universidad Nacional San Martín.*

Marcela Ziede Bize. *Doctora en Economía empresarial y Gestión, Universidad de Pisa.*

PARES REVISORES

Sebastián Baeza González

AFILIACIÓN: Universidad de Concepción

ORCID: 0000-0002-0721-3813

Luis Gonzales Carrasco

AFILIACIÓN: Pontificia Universidad Católica de Chile

ORCID: 0000-0002-1067-4805

Marcos González Hernando

AFILIACIÓN: Universidad Diego Portales

ORCID: 0000-0003-4699-6547

Alejandro Orellana Mc Bride

AFILIACIÓN: Universidad de La Serena

ORCID: 0000-0001-7346-6838

Carolina Stefoni Espinoza

AFILIACIÓN: Universidad de Tarapacá

ORCID: 0000-0001-6949-2312

Este libro ofrece un análisis exhaustivo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la Región de Antofagasta, Chile, una de las principales zonas mineras del país y de importancia crítica a nivel global. A través de diversos capítulos, expertas y expertos abordan temas clave como la gobernanza territorial, la sostenibilidad ambiental, el acceso al agua, la migración y el impacto de la minería en el desarrollo local.

Se destacan los principales desafíos de la región en la implementación de la Agenda 2030, especialmente en áreas como la igualdad de género, la gestión sostenible de los recursos hídricos, y el ordenamiento territorial. También se presenta un análisis de la percepción ciudadana y el uso de indicadores ODS para medir el progreso hacia un futuro más equitativo y sostenible.

Con una visión crítica y basada en evidencia, esta obra ofrece reflexiones y propuestas para avanzar en el desarrollo sostenible, aportando soluciones innovadoras para enfrentar los retos ambientales, sociales y económicos que enfrenta la Región de Antofagasta en el siglo XXI.