

NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-03294

Aportes de los Enfoques de Capital Natural a la Implementación de Políticas Públicas en Chile

Informe final

Autores

Héctor Angarita
Roberto Pastén
Ana Luisa Araos
Xaviera de la Vega
Adrian Vogl
Paula Fournies
Ignacia López
Álvaro Shee
Vanessa Callau
Duval Llaguno
Juan Manuel Murguía
Valentina Saavedra
Mariana Del Río

Editado por

Elana Kimbrell
Paula Fournies
Ignacia López
Vanessa Callau
Duval Llaguno

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible
Unidad de Biodiversidad y Capital Natural

Alianza de Capital Natural
Universidad de Stanford

Comité de Capital Natural de Chile

Aportes de los Enfoques de Capital Natural a la Implementación de Políticas Públicas en Chile

Informe final

Autores

Héctor Angarita
Roberto Pastén
Ana Luisa Araos
Xaviera de la Vega
Adrian Vogl
Paula Fournies
Ignacia López
Álvaro Shee
Vanessa Callau
Duval Llaguno
Juan Manuel Murguía
Valentina Saavedra
Mariana Del Río

Editado por

Elana Kimbrell
Paula Fournies
Ignacia López
Vanessa Callau
Duval Llaguno

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible
Unidad de Biodiversidad y Capital Natural

Alianza de Capital Natural
Universidad de Stanford

Comité de Capital Natural de Chile

MARZO 2026



Integrando la naturaleza en las
decisiones de política e inversión

Informe final

Aportes de los Enfoques de Capital Natural a la implementación de políticas públicas en Chile

Chile



Contenido de este informe

- Resumen Ejecutivo1
- Introducción.....3
- Glosario de Términos Clave6
- Proceso y Alcance Metodológico.....8
- Resultados Técnicos.....11
- Desarrollo de Capacidades29
- Oportunidades de Integración en Políticas Públicas.....30
- Estrategia de Implementación38
- Aprendizajes y Recomendaciones39

Agradecimientos

Agradecemos a las siguientes instituciones que colaboraron en el desarrollo de este informe: el Comité de Capital Natural, compuesto por el Ministerio de Hacienda, el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, así como a sus asesores, el Banco Central de Chile y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo. Agradecemos en particular a Peter Hawthorne, Nadine Trahan, Jaime Tramón, Víctor Caro, Carola Moreno, Nicolás Cerón, Bárbara Saavedra, Mary Ruckelshaus, Gregory Watson, Hipólito Talbot-Wright Siraqyan, Óscar Betanzo, Anna Ríos Wilks, Francisca Boher Elton, Daniela Buchuk, Lisandro Roco, Daniela Manushevich, Sofía Aroca, Rodrigo Arriagada y Vicente Palma, por sus valiosos comentarios, observaciones y aportes a lo largo del proceso de desarrollo del proyecto. Los errores y omisiones son responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan la opinión del Banco Interamericano de Desarrollo, su Directorio Ejecutivo ni la de los países que representan, incluyendo el Comité de Capital Natural de Chile, las demás instituciones coautoras, ni tampoco reflejan la opinión de los financiadores del proyecto.



Resumen Ejecutivo

El proyecto piloto de Valoración del Capital Natural en la cuenca del Río Bueno representa una aplicación de los **Enfoques de Capital Natural (ECN)** en Chile, demostrando cómo la evidencia ecológica, económica y normativa puede traducirse en herramientas concretas para la implementación de políticas públicas a nivel territorial. La iniciativa mide el beneficio que aporta la naturaleza a la economía y sociedad a través de metodologías científicas para luego llevar este conocimiento a la gestión pública. De este modo, se fortalece la coherencia entre las políticas territoriales, ambientales y económicas, y se mejoran los resultados tanto para las personas como para la naturaleza.

El proyecto piloto se diseñó para abordar una brecha clave identificada por el Comité de Capital Natural de Chile: la falta de información accionable e integrada en las dimensiones biofísica, económica y normativa, que permita incorporar de manera operativa el capital natural en las decisiones públicas a niveles locales y regionales. El proyecto se implementó con el propósito de cuantificar, mapear y valorar servicios ecosistémicos (SSEE) relevantes para el bienestar y la economía, e integrar esta información en instrumentos de política pública, en particular en la aplicación de la **Ley N.º 21.600**¹ que crea el **Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)** y su **Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad**.²

El proyecto consistió en una aplicación de los ECN de alcance regional en la cuenca del Río Bueno, que combinó la modelación biofísica de la oferta de SSEE con la herramienta InVEST®³, la valoración económica de estos servicios y un análisis normativo e institucional, para generar portafolios de zonas preferentes de restauración que incorporan los co-beneficios de diversos SSEE. Primero, se generó una

línea base del valor del capital natural mediante mapas de oferta y uso de seis SSEE prioritarios, y estimaciones monetarias expresadas como **Valor Económico Total (VET)**, llevadas a su vez a un mapa que refleja a nivel espacial el valor económico asociado a la interacción entre la áreas donde se generan los SSEE y los beneficiarios de los servicios. Los resultados evidencian que el capital natural de la cuenca genera actualmente beneficios anuales estimados en **496 millones de dólares**, con especial aporte de los servicios de regulación climática, retención de sedimentos y regulación hídrica. Este marco de evaluación del capital natural a su vez se utilizó para identificar áreas de oportunidades de restauración óptima, que maximizan co-beneficios en diversos SSEE.

Adicionalmente, se elaboró un análisis normativo de la Ley N.º 21.600 y su reglamento de compensaciones, para identificar espacialmente en la cuenca los criterios de selección y priorización de acciones de compensación por pérdida de biodiversidad, generando un mapa de prioridad del reglamento. Este análisis de instrumentos de política también identificó los requerimientos de información, brechas y oportunidades, como insumos fundamentales para la especificación de los productos espaciales del proyecto y plantear oportunidades de integración concreta y accionable de la información de capital natural en los instrumentos de política pública analizados.

Finalmente, se integraron los criterios ecológicos, económicos y regulatorios, generando un portafolio de zonas preferentes donde **acciones estratégicas de restauración de ecosistemas generan co-beneficios en diversos servicios ecosistémicos y menores costos de oportunidad, y que a su vez son compatibles con las prioridades normativas de biodiversidad.**

1 **Ley N.º 21.600** – Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, estableciendo principios como la valoración de servicios ecosistémicos.

2 Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad (Art. 38 Ley N.º 21.600)- Define criterios para compensar pérdida de biodiversidad por parte de los desarrolladores de proyectos, incorporando funcionalidad ecosistémica y metas medibles.

3 **InVEST** (Evaluación Integrada de Servicios de Ecosistemas y *Trade-offs*), suite de software libre y de código abierto desarrollada por la Alianza de Capital Natural de la Universidad de Stanford.

El estudio demuestra que **los ECN son una herramienta técnica viable** para incrementar la eficiencia del Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad, y a su vez, aporta insumos que facilitan una gestión articulada con otros instrumentos del SBAP. Su aplicación puede mejorar la trazabilidad y transparencia de las medidas de compensación por impactos residuales de proyectos sobre la biodiversidad, dotando al SBAP y a desarrolladores de proyectos, de insumos y procesos técnicos para identificar y priorizar territorialmente las áreas potenciales para la restauración ecológica que ofrecen más co-beneficios sociales y económicos. A su vez, es una base para que las evaluaciones de las acciones de restauración de biodiversidad –que deben realizarse a escala de proyectos individuales– puedan incorporar los efectos incrementales. **La metodología desarrollada es replicable y adaptable** a otros contextos territoriales, ofreciendo una base para escalar el enfoque a nivel nacional y fortalecer la gestión integrada del capital natural en Chile.

Además de fortalecer la coherencia institucional, el enfoque contribuye a la productividad y competitividad del país. Lo cual se logra al informar sobre la susceptibilidad económica y social de la pérdida de servicios ecosistémicos, y promover la gestión que reduzca riesgos asociados a la degradación del capital natural para sectores estratégicos.

Las principales recomendaciones destacan la necesidad de **adoptar los resultados técnicos en acciones concretas en las instituciones rectoras del instrumento**, y fortalecer la **coordinación institucional y las capacidades técnicas**. Otra recomendación clave es la necesidad de avanzar hacia una gobernanza de datos, con sistemas interoperables y realizar una comunicación efectiva. Todo lo cual, permitirá adoptar los ECN y gestionar la naturaleza como un activo estratégico en distintos ámbitos.

Cuadro 1

Las valoraciones del capital natural y los servicios ecosistémicos obtenidas en el proyecto no deben interpretarse como precios de mercado ni valores transaccionales de la naturaleza, sino como referencias analíticas que reflejan la susceptibilidad económica y social asociada ante la pérdida de dichos servicios por degradación ambiental. Aportan una base de evidencia para orientar la gestión, al identificar dependencias de valor socioeconómico de los ecosistemas, reconocer zonas estratégicas y focalizar instrumentos de gestión en zonas donde la naturaleza sostiene funciones críticas para el bienestar y la productividad.



Introducción

En Chile, el reconocimiento de la naturaleza y la biodiversidad como activos estratégicos, que sustentan el bienestar, la productividad económica, la seguridad hídrica y la resiliencia ante riesgos climáticos y ambientales, ha alcanzado importantes avances institucionales y normativos en los últimos años. Hitos recientes, incluida la formalización del Comité de Capital Natural de Chile (CCN)⁴ en 2023 y la publicación y promulgación de la Ley N.º 21.600 en el mismo año—demuestran el resultado de esfuerzos y continuidad institucional promovida por diferentes gobiernos, para consolidar instancias de coordinación y gestión integrada del medio ambiente y el desarrollo económico, el financiamiento, y la inversión pública.

El CCN actúa como órgano asesor del Presidente de la República, proponiendo acciones en materias relativas a la medición, valoración, valorización, protección, restauración y mejoramiento del capital natural de Chile, con el fin de integrar la naturaleza y la biodiversidad en el proceso de diseño e implementación del desarrollo sostenible del país.⁴ Esto ha fortalecido la arquitectura de gobernanza intersectorial y de políticas públicas centradas en integrar los beneficios de la naturaleza a las personas y actividades económicas en la toma de decisiones.

Por su parte, la Ley N.º 21.600 creó el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y habilitó instrumentos como la planificación ecológica, la certificación de biodiversidad y servicios ecosistémicos, las compensaciones de biodiversidad y los contratos de retribución por servicios ecosistémicos, entre otros. En particular, el instrumento de compensaciones establece mecanismos para compensar los impactos residuales de proyectos sobre la biodiversidad en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental, orientando la implementación de medidas de restauración ecológica que aseguren resultados

medibles y sostenibles en el tiempo. Juntas, estas innovaciones hacen operacional la relación entre naturaleza, actividad económica y bienestar humano, conectando la medición y valoración de los beneficios que provee la naturaleza con acciones concretas de gestión ambiental.

En este contexto, el CCN eligió desarrollar un piloto de aplicación de los Enfoques de Capital Natural (ECN) en la cuenca del Río Bueno, localizada en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, cuyos resultados buscan informar la toma de decisiones de políticas públicas, planes de inversión e instrumentos financieros. El objetivo es demostrar, en una escala subnacional, cómo los ECN pueden actuar como conector entre marcos de referencia nacionales, regionales y sectoriales, facilitando la coordinación de políticas públicas, la territorialización y el seguimiento de metas.

El piloto de la cuenca del Río Bueno funciona como unidad territorial de demostración, que vincula el conocimiento sobre el capital natural, con instrumentos de política clave y fortalece la toma de decisiones y la articulación interinstitucional. La cuenca del Río Bueno fue seleccionada por el CCN entre diversas propuestas de las distintas entidades que componen el comité, por reunir una combinación relevante de atributos ecológicos, productivos e institucionales a escala subnacional. La diversidad ecológica y componentes de capital natural de la cuenca (mostrados en la Figura 1—suelos, bosques nativos, humedales, praderas, ríos) proveen beneficios a comunidades locales, servicios básicos, agricultura, sectores industriales, ciudades y otros actores.

4 **Comité de Capital Natural:** instancia interministerial, integrada por los Ministerios de Hacienda, del Medio Ambiente, y Economía, Fomento y Turismo. Fue creado el año 2023 en respuesta a la crisis de pérdida de biodiversidad y a la necesidad de incorporar el valor de la naturaleza y los servicios ecosistémicos que ésta provee en el desarrollo sostenible del país. [Decreto N° 25, de 2023, del Ministerio de Hacienda.](#)

Específicamente, el proyecto desarrolló una demostración que:

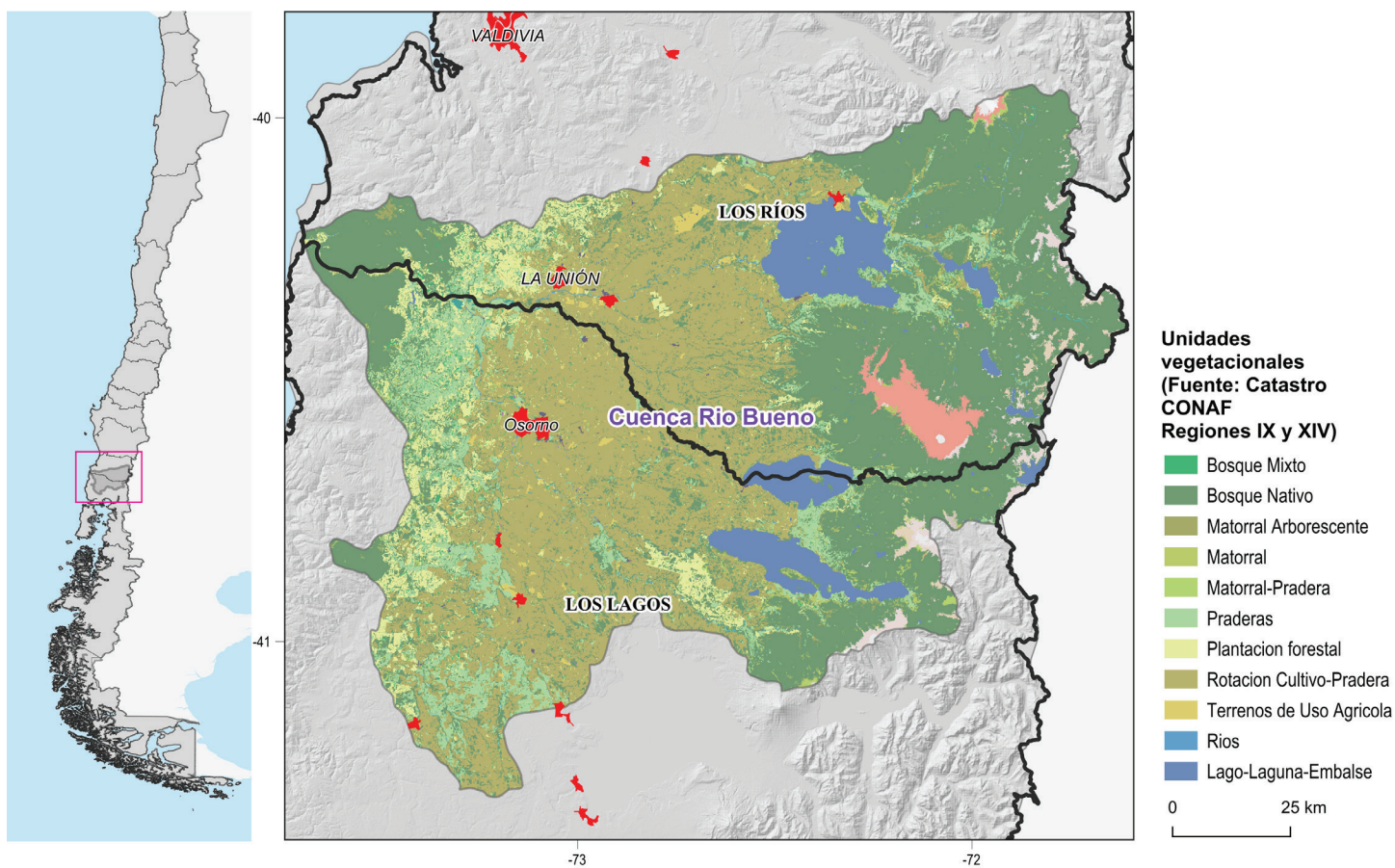
Establece un marco de medición, mapeo y valoración del capital natural enfocado en servicios ecosistémicos relevantes para la planificación, la gestión ambiental y la inversión pública, a escala subnacional.

Genera insumos técnicos para el avance del Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad recientemente reglamentado, su articulación con otros mecanismos del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y su coherencia con herramientas existentes de ordenamiento y evaluación.

Ofrece recomendaciones para ampliar la aplicación de los ECN, en la coordinación de políticas.

Fortalece capacidades institucionales mediante trabajo conjunto con el CCN y otras entidades.

Figura 1: Mapa que muestra la distribución de los principales componentes de capital natural de la cuenca del Río Bueno, basados en el inventario de recursos vegetacionales de las regiones de Los Ríos y Los Lagos⁵.



5 CONAF (2024). *Catastro de Usos de la Tierra y Recursos Vegetacionales de Chile: Regiones de Los Ríos y Los Lagos*



Al identificar y cuantificar servicios ecosistémicos, la iniciativa genera información pertinente, trazable y operativa dentro de los procedimientos de evaluación ambiental y los mecanismos de compensación, y apoya a otros instrumentos del SBAP, como planificación ecológica⁶, certificaciones⁷ y retribución por servicios ecosistémicos⁸.

Además, el proyecto consolida un proceso iterativo que conecta avances en información y conocimiento del capital natural con insumos concretos para el diseño, implementación y seguimiento de políticas.

El análisis de oportunidades de integración de los ECN en la Ley N.º 21.600 y sus reglamentos — especialmente en el Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad— se justifica en el deber que emana del **principio de valoración de los servicios ecosistémicos**⁹, que obliga al SBAP a considerar la identificación y valoración de los servicios ecosistémicos en sus decisiones en materia de “conservación de la biodiversidad”. Este último tipo de decisiones abarca las labores de mantención de la estructura, composición y función de los ecosistemas mediante la protección, preservación, restauración, o uso sustentable de uno o más componentes de la diversidad biológica¹⁰.

Concretamente, el proyecto proporciona insumos clave para el SBAP en tres niveles:

1. Específicos para el Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad:

lineamientos y análisis para orientar la identificación de sitios de compensación, incluyendo zonas de co-beneficios de restauración.

2. Transversales al SBAP: metodologías, criterios y evidencias aplicables a planificación ecológica, certificación, compensaciones y retribución por servicios ecosistémicos.

3. Coherencia con otros instrumentos: aportes para alinear compensaciones y herramientas del SBAP con agendas de agua, clima y desarrollo territorial.

Este reporte sintetiza los aspectos metodológicos, las actividades realizadas y los resultados obtenidos en la evaluación del capital natural de la cuenca del Río Bueno, junto con insumos de integración con instrumentos de política. Se referencian y anexan documentos técnicos que profundizan en cada componente del proyecto —modelación biofísica y económica, análisis espacial, diseño e implementación de instrumentos y recomendaciones de política— para facilitar su adopción por las instituciones competentes y su escalamiento a otras cuencas y regiones.

6 Planificación Ecológica (Art. 28 Ley N.º 21.600)- Identifica sitios prioritarios para conservación y orienta la actualización de instrumentos territoriales.

7 Sistema de Certificación de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Art. 51 Ley N.º 21.600)- Establece certificaciones voluntarias para acciones que restauren biodiversidad y servicios ecosistémicos.

8 Retribución de Servicios Ecosistémicos (Art. 52 Ley N.º 21.600)- Regula contratos de retribución entre proveedores y retribuyentes para conservar ecosistemas y SSEE.

9 La Ley para la Naturaleza (N.º 21.600), en su artículo 2º sobre principios rectores, establece que las políticas, planes, programas, normas, acciones y actos administrativos dictados en el marco de esta ley para la protección y conservación de la biodiversidad se regirán, entre otros, por el principio de valoración de los servicios ecosistémicos. Este principio indica que el proceso de toma de decisiones para la conservación deberá considerar la identificación y valoración de los servicios ecosistémicos y, cuando sea posible, su cuantificación.

10 Definición del Artículo 2 del Reglamento de Compensaciones de Biodiversidad, letra d) “Componentes clave de la biodiversidad: elementos de la biodiversidad que son fundamentales para la conservación de la diversidad de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas y sus interacciones con el medio biótico y abiótico, ya sea por los valores intrínsecos y/o los servicios ecosistémicos que proveen”.

Cuadro 2

El proyecto piloto en Chile se desarrolló bajo la Cooperación Técnica Regional (CT) “**Transformando las políticas y la inversión mediante la integración de enfoques rápidos de Evaluación y Contabilidad del Capital Natural**”. Esta CT fue financiada por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM); implementada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el trabajo técnico fue liderado por el equipo de la Alianza de Capital Natural, de la Universidad de Stanford. Los principales beneficiarios y co-diseñadores de esta CT, en Chile, son el Comité de Capital Natural (CCN) —instancia interministerial integrada por los Ministerios de Hacienda, del Medio Ambiente, y Economía, Fomento y Turismo, con asesoría del Banco Central (BCCh) y del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (CTCI). Este trabajo también recibió financiación de la Fundación Gordon y Betty Moore. **Más información sobre las aplicaciones del proyecto puede conocerlas [aquí](#).**

Este proyecto en Chile también forma parte del proyecto **Personas, Planeta, Prosperidad (3Ps)**, a través del cual la Alianza de Capital Natural (NatCap) (anteriormente conocida como el Proyecto de Capital Natural), con sede en la Universidad de Stanford, colabora con el BID, el Banco Asiático de Desarrollo (ADB) y el Banco Mundial mediante pilotos en 16 países para ampliar el uso de los ECN en todo el mundo.

Para más información revisar la página del proyecto 3P [aquí](#).

Glosario de Términos Clave

En el presente informe utilizamos la siguiente terminología:

Capital natural (CN): Los activos naturales de la Tierra -sus tierras, aguas y biodiversidad- de los que depende toda la vida. Formalmente, se refiere a las reservas de activos naturales (renovables y no renovables) que proporcionan un flujo de bienes y servicios ecosistémicos para el bienestar humano y la productividad económica¹¹. Estos activos incluyen recursos biológicos, zonas terrestres y acuáticas con sus ecosistemas, minerales, suelos, y el aire, los cuales son esenciales para la producción económica, el mantenimiento de la vida y la calidad de los entornos naturales.

Servicios Ecosistémicos (SSEE): Se refiere a los beneficios materiales, espirituales, culturales, comunitarios y otros que los ecosistemas

proporcionan a las personas. Formalmente, se refiere a “las contribuciones de los ecosistemas a los beneficios que se utilizan en la actividad económica y otras actividades humanas”¹². Estos servicios incluyen la Provisión de bienes, Regulación de sistemas naturales, y servicios culturales¹³. También abarcan la conservación de opciones para el futuro, como la diversidad genética para usos potenciales (como el desarrollo de la investigación científica).

Servicios Ecosistémicos de Provisión: Bienes materiales obtenidos directamente de los ecosistemas, tales como alimentos, agua, fibras, madera, energía y combustibles, recursos genéticos e insumos para producción. Suelen contar con información más directa para su cuantificación y valoración económica.¹⁴

11 Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. HM Treasury, Reino Unido.

12 *System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting (SEEA-EA)*, Naciones Unidas, 2021.

13 Comité de Capital Natural. (2023). **Informe Anual del Comité de Capital Natural 2023. Ministerio de Hacienda, Chile**

14 Explicación con base a **Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. World Resources Institute



Servicios Ecosistémicos de Regulación:

Beneficios derivados de la regulación de procesos ecológicos, como la regulación del clima y del agua, la purificación de contaminantes, la retención de sedimentos, la polinización y el control de plagas y enfermedades. Su valoración económica es habitualmente indirecta y depende de modelos biofísicos y supuestos de referencia.¹⁴

Servicios Ecosistémicos Culturales: Beneficios no materiales derivados de la relación entre las personas y los ecosistemas, incluyendo identidad territorial, valores espirituales, conocimiento tradicional, recreación, educación y bienestar. Suelen ser más difíciles de cuantificar y valorar en términos monetarios, requiriendo enfoques cualitativos, participativos y deliberativos.¹⁴

Beneficiarios: Las personas, grupos, sectores u organizaciones específicas que reciben servicios ecosistémicos. Más específicamente, son todas las unidades socio-económicas que se benefician de los servicios ecosistémicos.¹²

Enfoques de Capital Natural (ECN): Enfoques que explicitan los beneficios de la naturaleza para las personas y la actividad económica, para que puedan ser incorporados en las decisiones y puedan motivar inversiones o decisiones de manejo de los ecosistemas, mejorando el bienestar tanto de las personas como de la naturaleza.

Evaluaciones de capital natural: Consisten en la cuantificación y mapeo de las existencias de capital natural, y los servicios ecosistémicos que fluyen hacia las personas para proporcionar métricas cuantificables -y a menudo espacialmente explícitas- de esos servicios, ya sean monetarias, biofísicas o sociales/culturales. A través de la caracterización de los flujos de servicios ecosistémicos se busca responder preguntas tales como: **¿dónde se originan los SSEE?, ¿quiénes son sus beneficiarios?,**

¿cómo perciben estos beneficios los diferentes sectores y actividades humanas?, ¿cuánto valor generan a nivel local, regional o nacional?, y ¿cómo pueden cambiar estos beneficios si ocurren cambios en los ecosistemas o en la utilización de los servicios por parte de la sociedad?

Valoración: Un componente de muchas evaluaciones de capital natural y contabilidad que se enfoca en proporcionar estimaciones cuantitativas para los servicios ecosistémicos relevantes. Estos valores pueden ser monetarios o no monetarios. Una evaluación de capital natural podría evaluar la oferta potencial de servicios ecosistémicos (por ejemplo, dónde se originan las aguas en una cuenca); la utilización efectiva del servicio por las actividades humanas o económicas (por ejemplo, cuánta agua fluye a comunidades o usos específicos); o estimar métricas sociales o económicas del beneficio asociado (por ejemplo, ¿cuál es el valor monetario creado por esa agua para esa comunidad específica? ¿O cuántas personas han cambiado su acceso al agua potable?).

Lista de acrónimos

SBAP	Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
SMA	Superintendencia de Medio Ambiente
DGA	Dirección General de Aguas
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero
CONAF	Corporación Nacional Forestal
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Proceso y Alcance Metodológico

Cuadro 3

El uso de Enfoques de Capital Natural (ECN) implica procesos iterativos de participación y consulta con una diversidad de personas y sectores. Cada etapa puede requerir distintos tipos y niveles de involucramiento. En general, estos procesos de participación constituyen una forma efectiva de incorporar información científica confiable como parte de una buena gobernanza, llevada a cabo por gobiernos, ONG, sector privado, sociedad civil y bancos multilaterales de desarrollo. Es fundamental que al menos una —y ojalá más— de las personas involucradas se convierta en un verdadero referente o líder local de este trabajo, aportando sus redes y capacidad de influencia, y comprometiéndose con el éxito de largo plazo de la iniciativa. El proceso de participación se basa en la construcción de relaciones de respeto mutuo y en la definición clara de plazos y objetivos, e incluye, en muchos casos, intercambio y aprendizaje intercultural, lo cual requiere tiempo, pero suele resultar valioso y significativo de múltiples maneras.

El desarrollo del proyecto se basó en un enfoque colaborativo, que combinó capacidades técnicas del equipo de NatCap, el CCN, el BID y actores clave a nivel nacional y territorial. A lo largo del proceso, se realizaron instancias de trabajo conjunto orientadas a definir prioridades, validar supuestos metodológicos, discutir resultados preliminares y ajustar los análisis a las necesidades de política pública y de gestión territorial. Este enfoque permitió integrar conocimiento científico con conocimiento local e institucional, fortaleciendo la pertinencia y aplicabilidad de los productos generados. Asimismo, el trabajo se desarrolló mediante un equipo integrado, con roles complementarios entre instituciones, lo que facilitó la apropiación de los resultados y sentó bases para su uso y escalamiento futuro.

En el proceso y alcance metodológico del proyecto, presentado en la Figura 2, se integraron de manera articulada componentes biofísicos, económicos, normativos e institucionales con el objetivo de generar insumos concretos que faciliten la adopción de los ECN en la toma de decisiones a nivel territorial y en distintos niveles de política pública. De manera transversal, el proyecto también incorpora una dimensión de desarrollo de capacidades orientada a fortalecer la comprensión, apropiación y uso de la metodología y los productos generados por parte de instituciones públicas y actores relevantes, acompañando las distintas etapas del proceso.

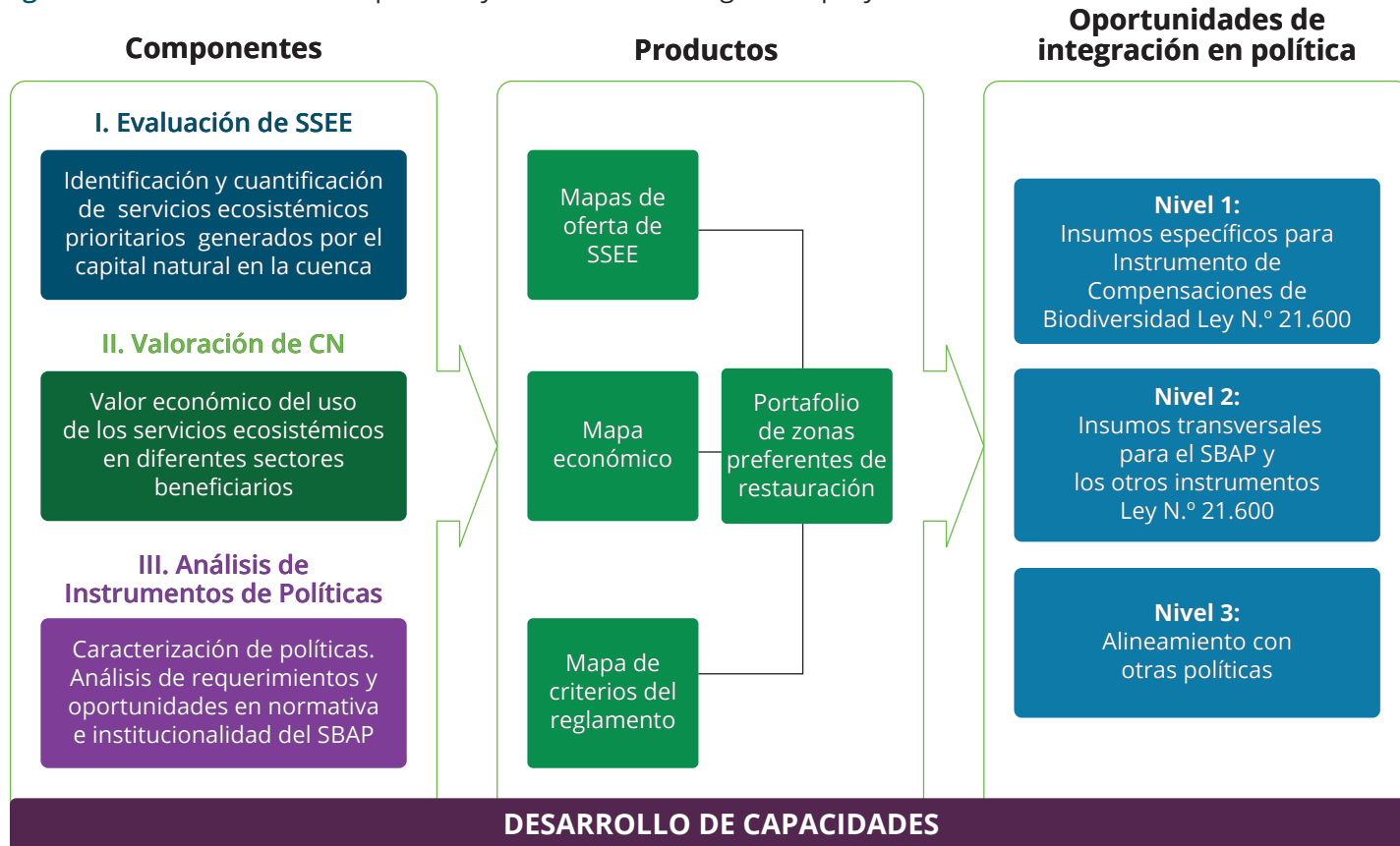
El proyecto se estructuró en **tres componentes** centrales:

- **Evaluación de servicios ecosistémicos:** identifica la oferta y el uso de los SSEE en la cuenca del Río Bueno, estimando dónde se generan, cómo funcionan y quiénes se benefician de ellos.
- **Valoración económica:** desarrolla un marco de evaluación que traduce estos beneficios biofísicos en métricas monetarias comparables, mediante la estimación del Valor Económico Total (VET) de los servicios ecosistémicos priorizados en la cuenca.
- **Análisis de instrumentos de política:** revisa los instrumentos e incentivos relevantes vinculados al capital natural y los servicios ecosistémicos, con énfasis en las normativas de la Ley N.º 21.600, para identificar requerimientos de información, brechas, oportunidades y vías concretas de aplicación.

Este proceso metodológico incluyó espacios de trabajo participativo con instituciones públicas y actores locales en las distintas etapas del análisis.



Figura 2: Cuadro resumen del proceso y alcance metodológico del proyecto



A partir de estos componentes se desarrollaron **cuatro productos espaciales** principales:

- **Mapas de oferta potencial de SSEE:** muestran la distribución espacial de la generación de los diferentes servicios que provee la naturaleza en la cuenca, información que es luego complementada con datos sobre la utilización de los SSEE, es decir, quiénes los reciben y cómo dependen de ellos.
- **Mapa económico:** con la oferta y uso de los SSEE, se estiman magnitudes físicas y monetarias de los flujos, reflejando estimaciones de su contribución a la actividad económica local. Estos valores se representan de forma espacial en un mapa construido a partir de la valoración en unidades monetarias de las interacciones entre áreas proveedoras y beneficiarios. Al expresarse especialmente en unidades homogéneas (USD por hectárea) y agregar múltiples servicios, este mapa ilustra las áreas de la cuenca donde coexisten altos niveles de oferta de diversos SSEE y una dependencia efectiva con los beneficiarios, concentrando así una mayor expresión del valor económico de los servicios ecosistémicos.
- **Mapa de criterios del reglamento de biodiversidad:** combina los criterios de importancia de biodiversidad considerados en el Reglamento de Compensaciones de Biodiversidad — representatividad, singularidad, remanencia y transformación— y los traduce al territorio, mostrando la distribución espacial de las zonas preferentes de restauración de biodiversidad.
- **Portafolio de zonas preferentes de restauración:** a partir de la información generada por los productos anteriores, se realiza un análisis de optimización que identifica dónde las acciones de restauración de biodiversidad maximizan los co-beneficios de los SSEE y minimizan el costo de oportunidad. Esta información, a su vez, se combina con los mapas de

criterios normativos y la valoración económica de las ganancias (o pérdidas) de SSEE para identificar un portafolio de áreas preferentes de restauración, como insumo para orientar decisiones territoriales de compensación de biodiversidad costo-eficientes y articuladas con otros objetivos sociales, como seguridad hídrica y mitigación climática.

Estos productos sirven como insumos espaciales de integración del ECN en políticas públicas en tres niveles: una vinculación directa con el **instrumento de compensaciones de biodiversidad**; aportes transversales a otros instrumentos del SBAP; y la coherencia con políticas sectoriales más amplias

en agua, clima y ordenamiento territorial. El uso combinado de los productos genera una **base de evidencia para un enfoque coherente en las dimensiones ecológica, económica y normativa**, que permite orientar territorialmente decisiones de restauración, identificar zonas preferentes que alineen distintos objetivos, y fortalecer la trazabilidad, coherencia y efectividad de los instrumentos públicos en el territorio.

Los tres componentes del proyecto y sus productos asociados se presentan en la sección de **Resultados Técnicos** del presente informe.



Crédito de la foto: Nadine Trahan.



Resultados Técnicos

A continuación se presentan los resultados técnicos y cada uno de los productos mencionados en la Figura 2.

Componente I – Evaluación de los servicios ecosistémicos prioritarios

El equipo del proyecto, en colaboración con instituciones públicas y otros sectores relevantes, evaluó **seis SSEE a nivel local** para los cuales existe información biofísica y socio-económica suficiente, y que además son particularmente relevantes para sectores estratégicos de la cuenca, como el agua potable rural y urbana, la agricultura, la energía, el sector forestal y el turismo. En general, se priorizó la información generada por instituciones nacionales y regionales de Chile para la cuantificación de los SSEE, sin embargo, en algunos casos, ésta fue suplementada con datos de fuentes globales. En la Tabla 1 se detalla cada uno de los servicios ecosistémicos seleccionados. El listado completo de fuentes de información utilizadas puede consultarse en el [Anexo Técnico 1: Dimensión Económica y Espacial](#).

Si bien la lista de SSEE analizados es relativamente corta, ofrece una variedad de beneficios relevantes a nivel del proyecto piloto. Por ejemplo, abarca diferentes tipologías de servicios entre provisión, regulación y culturales. A su vez, permite demostrar y diferenciar el amplio rol de los ecosistemas en funciones que son típicamente percibidas de manera

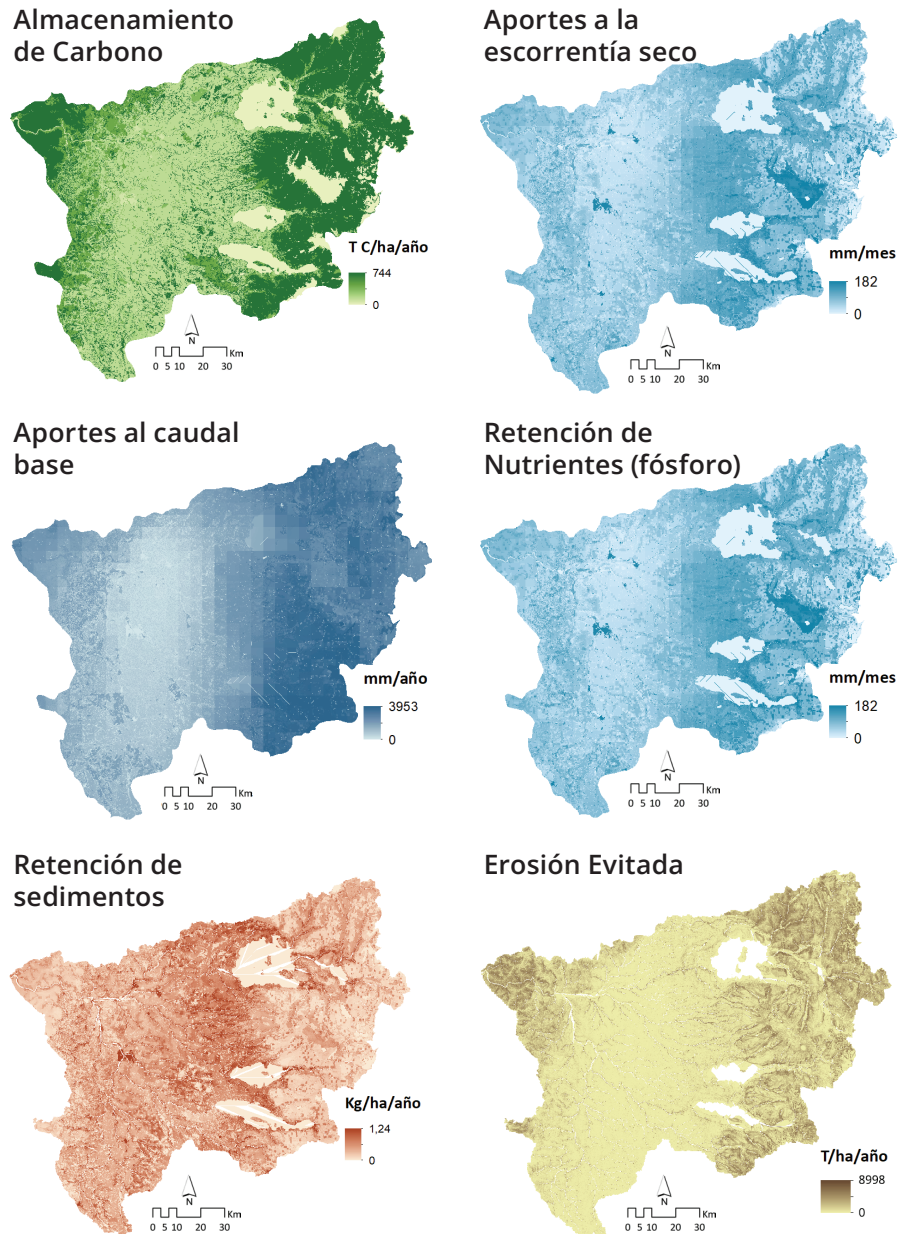
agrupada por las personas. Por ejemplo, varios de los servicios considerados tienen influencia sobre diferentes dimensiones de la seguridad hídrica, asociadas a las contribuciones simultáneas y complementarias de los ecosistemas a la cantidad de agua (i.e. provisión de agua suficiente), la calidad (i.e. regulación de la contaminación) y confiabilidad del suministro (i.e. mantenimiento de caudales estables durante los periodos secos). Entre estas diferentes contribuciones de los ecosistemas existen a su vez interacciones, que son relevantes para informar la toma de decisiones de cómo gestionar el capital natural de manera eficiente y balanceada acorde a las prioridades y prerrogativas sociales y económicas.

Una vez definidos los servicios ecosistémicos, el equipo construyó un marco técnico para medir, mapear y entender estos servicios priorizados. El análisis parte de los mapas de uso y cobertura de la tierra que permiten identificar la distribución de los ecosistemas, de otros componentes claves del paisaje, y otras fuentes de información biofísica como datos climáticos, topográficos, suelos, entre otras, para estimar la oferta potencial de SSEE (en unidades físicas). **La metodología se detalla en el Cuadro 4.**

Producto 1 – Mapas de Oferta de SSEE

Como resultado, se obtienen mapas del potencial de oferta de los diferentes servicios ecosistémicos a lo largo del paisaje de la cuenca (Figura 3).

Figura 3: Mapas que ilustran el suministro potencial¹⁵ de diferentes SSEE evaluados en la cuenca del Río Bueno

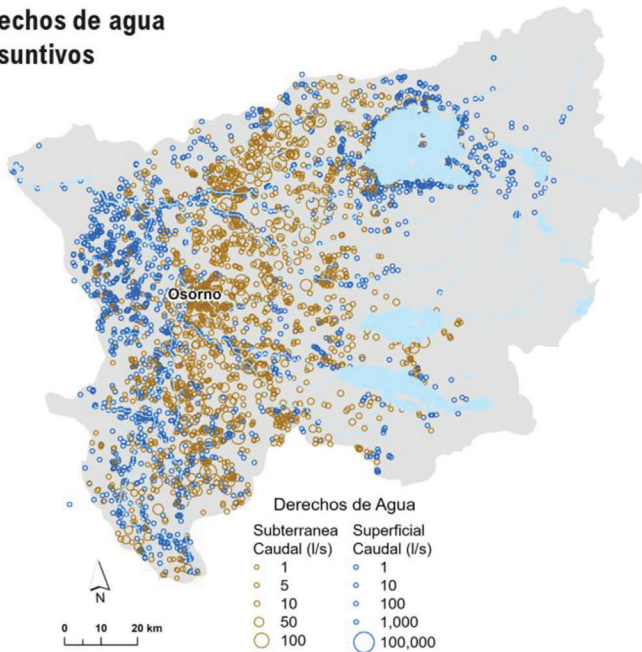


15 Los SSEE mostrados en esta figura, se cuantificaron respecto a la línea base definida por el Marco de Contabilidad de Ecosistemas del Sistema de Contabilidad Ambiental Económica (SEEA-EA). Estas estimaciones de los SSEE comparan la provisión potencial actual de SSEE con respecto a un nivel de referencia de la condición del ecosistema que generará el mínimo nivel posible de suministro del servicio, es decir, un escenario de degradación. En el caso de varios SSEE, la línea base corresponde a cero. Por ejemplo, el servicio de almacenamiento de carbono en un ecosistema es cero si la biomasa de la vegetación se pierde por completo y se erosionan y degradan los suelos y la materia orgánica. En otros casos, como los servicios relacionados con la erosión evitada, la línea base corresponde a la condición de ausencia de la vegetación, como sería el caso de un suelo desnudo que es muy susceptible a la erosión y carece de vegetación para retener sedimentos originados ladera arriba. Para los servicios asociados al mantenimiento de cantidad del agua, como los aportes a los caudales base (o la recarga de acuíferos), la línea base refleja la condición de degradación de los suelos y la vegetación que impide la infiltración, recarga y/o almacenamiento de las aguas subsuperficiales, limitando su funcionamiento como un reservorio natural que mantiene los caudales en las fuentes hídricas durante las temporadas secas.

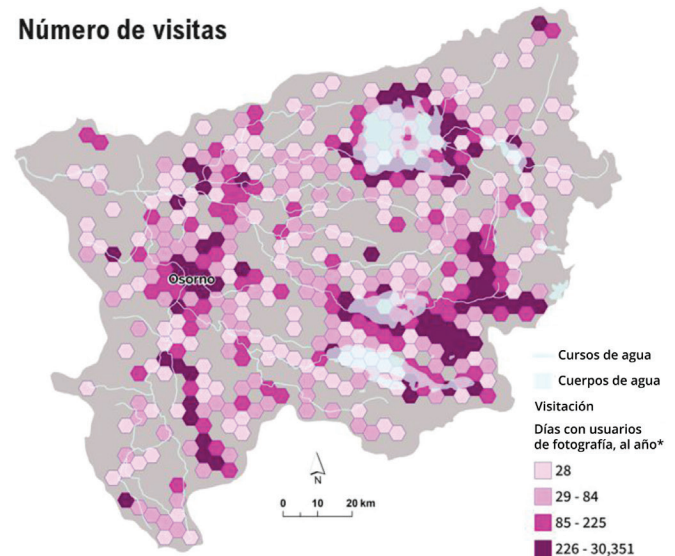


Figura 4: Mapas de localización en la cuenca de los diferentes beneficiarios o de la utilización de los servicios ecosistémicos. Izquierda: derechos de agua consuntivos en la cuenca del Río Bueno (Fuente, DGA, 2024) y Derecha: Índice de número de visitas a la zona, incluidas sus áreas naturales (Derivado de la geolocalización de fotografías reportadas por visitantes en la Red Social, Flickr)

Derechos de agua consuntivos



Número de visitas

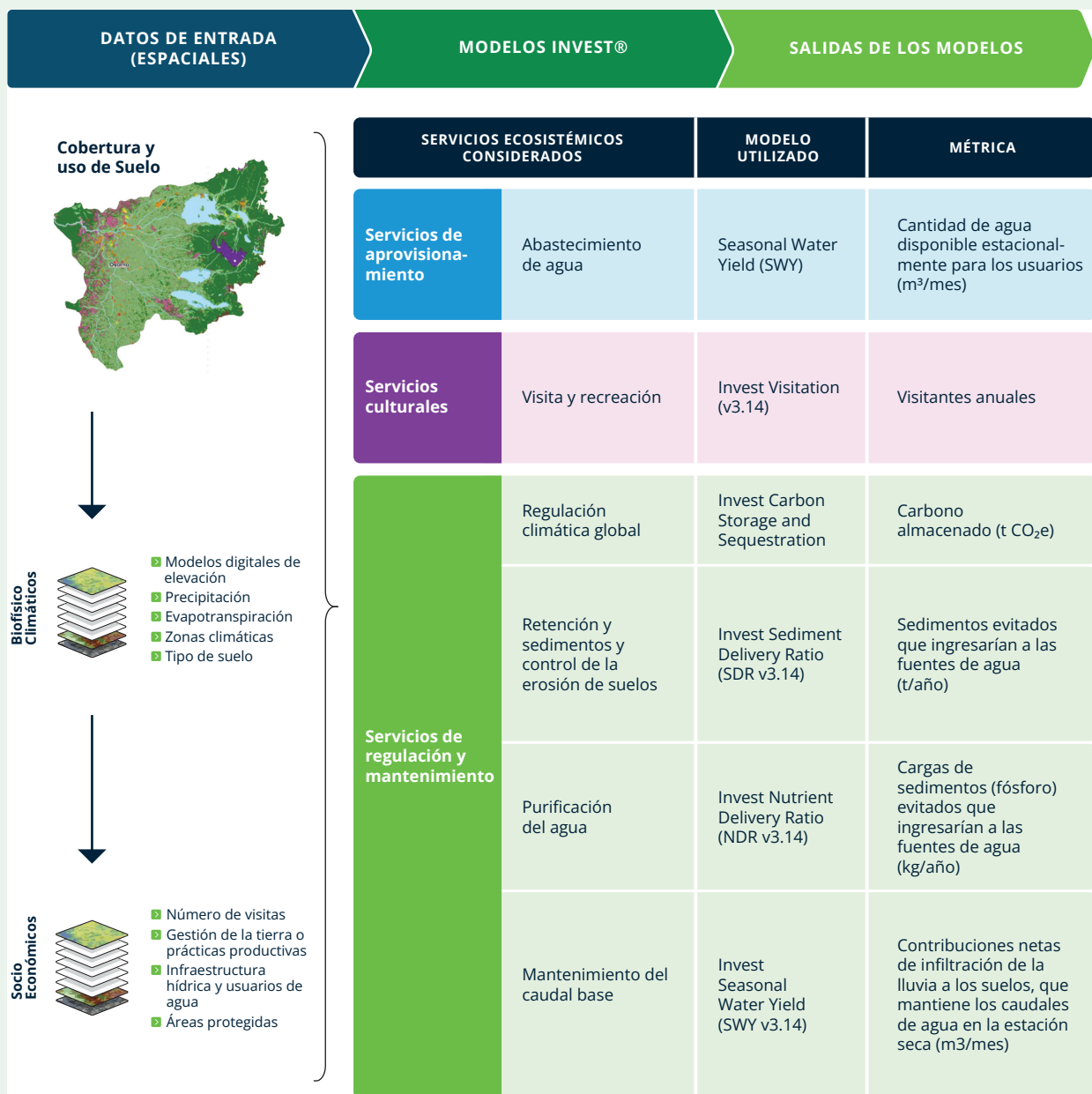


*Cada usuario-día corresponde a un usuario único que subió al menos una fotografía en un día específico. Múltiples usuarios en un mismo día o un mismo usuario en distintos días se contabilizan por separado.

Cuadro 4

Metodología y herramientas utilizadas para la evaluación de la oferta y utilización de los SSEE

Caracterización de la oferta potencial de los SSEE: se utilizó la herramienta InVEST (Evaluación Integrada de Servicios de Ecosistemas y Trade-offs), una suite de software libre y de código abierto desarrollada por NatCap de la Universidad de Stanford. Esta herramienta permite integrar espacialmente diferentes fuentes de información ambiental y socioeconómica, e identificar áreas y tipos de ecosistemas que suministran diferentes servicios. La siguiente figura resume los modelos InVEST y la unidad de medida de los servicios ecosistémicos para cada modelo. Cabe destacar que el servicio ecosistémico de hábitat no se basa en InVEST, pues la oferta se estima directamente cómo la existencia de unidades de vegetación o humedales naturales. Una descripción completa de las fuentes de información y métodos de análisis utilizados está disponible en el **Anexo Técnico 1: Dimensión Económica y Espacial**.



Caracterización de la utilización de los SSEE: La oferta potencial es posteriormente evaluada con respecto a la utilización que efectivamente se hace de los SSEE. Para ello se utilizan diferentes fuentes de información socioeconómica y mesas de diálogo con actores locales, para caracterizar la dependencia y los beneficios sociales asociados a cada servicio ecosistémico. Esto incluye por ejemplo, para el caso de los servicios relacionados con agua, la localización y el tipo de los derechos de agua consuntivos, diferenciados por tipo de usuario (consumo humano, agricultura, hidroenergía, etc). En el caso de los servicios de visita o recreación, se utiliza el número de visitas a distintas áreas naturales como bosques, lagos, etc.

Tanto la oferta como la utilización pueden estimarse en unidades físicas (por ejemplo, en términos de cantidad y calidad de agua disponible, número de visitantes a las áreas naturales, cantidad de almacenamiento de carbono para la regulación climática global, entre muchos otros), o al aplicar técnicas de valoración económica, en unidades monetarias (pesos chilenos).



Cartografía de los hotspots de valor: Finalmente, los resultados de oferta y utilización actual se integraron para generar mapas que destacan las zonas con un alto valor de capital natural en función de la utilización actual de los servicios considerados.

Proceso de modelación y valoración de la oferta potencial y uso de los SSEE seleccionados en la cuenca del Río Bueno.

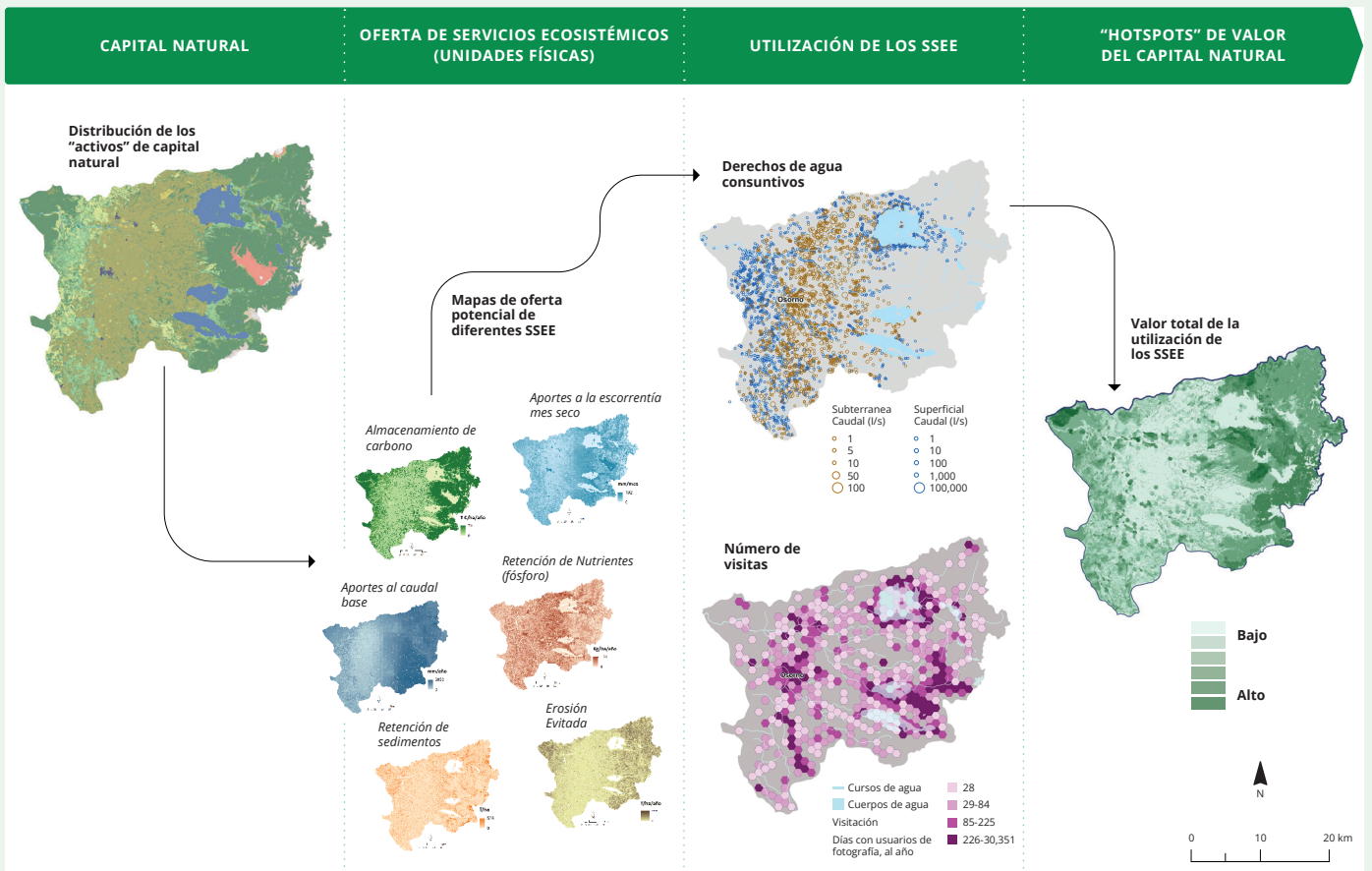


Figura 5: Reunión del equipo del proyecto con representantes de la Asociación de Agua Potable Rural Mashue (APR) para conocer sus perspectivas sobre las contribuciones de los servicios ecosistémicos a la cantidad y calidad del agua, y las actividades de protección y restauración de bosques nativos desarrolladas por la asociación.



Créditos de las fotos: Nadine Trahan.

Componente II – Valoración económica

La valoración de los SSEE en la cuenca del Río Bueno se basa en el Valor Económico Total, como producto entre la cantidad efectivamente utilizada y el valor monetario por unidad de SSEE. La metodología siguió tres pasos: identificar beneficios (valores de uso y no uso) mediante información socioeconómica disponible y entrevistas con actores locales; estimar la utilización efectiva de los SSEE por parte de los beneficiarios, incorporando la variabilidad espacial y el contexto; y monetizar cada servicio con métodos adecuados y

datos locales, considerando rivalidad/no rivalidad¹⁶ y, cuando corresponde, ajustes socioeconómicos. Este enfoque permitió comparar la magnitud económica relativa de los distintos servicios. En la tabla 1 se resumen los métodos de valoración económica utilizados para cada SSEE. Los detalles metodológicos y la justificación de cada técnica de valoración pueden consultarse en el [Anexo Técnico 1: Dimensión Económica y Espacial](#).

Tabla 1. Métodos de valoración seleccionados para los servicios evaluados en la cuenca del Río Bueno

Tipo de Servicio Ecosistémico	Elemento de la naturaleza que genera el beneficio	Proceso que determina el servicio	Método de Valoración implementado	Métrica
Provisión de agua (cantidad)	Bosques, humedales, vegetación que infiltra agua, suelos y red hidrográfica natural.	Corresponde a la capacidad de los ecosistemas de hacer disponible el agua dulce que es utilizada por los usuarios con diferentes fines, desde consumo hasta riego.	Valores de mercado de derechos de agua	Metros cúbicos agua disponible anualmente (m ³ /año)
Regulación Hídrica	Suelos, vegetación (bosques, matorrales y praderas/o vegetación sola), humedales, acuíferos.	Corresponde a la capacidad de los ecosistemas de almacenar agua y liberarla gradualmente, atenuando la variabilidad de los caudales entre las temporadas de lluvia y seca.	Costo de reemplazo, valor de mercado	Volumen de agua almacenado por los suelos y acuíferos durante la época húmeda, y que queda disponible durante la época seca (atenuación de la variabilidad de los caudales) (m ³ /año)
Purificación Hídrica -Retención de Sedimentos y Nutrientes (P)	Vegetación que protege el suelo, raíces, cobertura vegetal, suelos estables.	El valor del servicio ecosistémico de purificación del agua dulce se estima en función de la capacidad de los ecosistemas para evitar la erosión y retener sedimentos y nutrientes que, de otro modo, llegaría a los cuerpos de agua, afectando su calidad.	Costos evitados, costos de reemplazo	Masa de los sedimentos (ton/año) y nutrientes (kg/año) retenidos.

16 Un bien o servicio rival es aquel cuyo uso por una persona reduce o impide que otros lo consuman al mismo tiempo (por ejemplo, el agua utilizada para riego en la agricultura). En cambio, un servicio no rival puede ser utilizado por varias personas simultáneamente sin que disminuya la disponibilidad para los demás (por ejemplo, la calidad del agua).



Tipo de Servicio Ecosistémico	Elemento de la naturaleza que genera el beneficio	Proceso que determina el servicio	Método de Valoración implementado	Métrica
Regulación Climática - Almacenamiento de carbono	Bosques nativos, plantaciones forestales, suelos ricos en materia orgánica.	La captura de CO ₂ , por medio de la fijación de C, es un servicio proporcionado por los ecosistemas que ayuda a regular el clima. La capacidad de almacenamiento varía según el tipo de ecosistema y su estado de conservación.	Valor de almacenamiento de carbono	Toneladas de CO ₂ equivalente almacenado, anualizados a un periodo de 50 años (Ton CO ₂ eq/año)
Hábitat y Viveros	Bosques, humedales y ecosistemas naturales, sobre todo aquellos de alta biodiversidad o baja alteración.	El hábitat puede considerarse un servicio de regulación, proporcionando el espacio necesario para la biodiversidad y el equilibrio ecológico	Valor Hábitat Bosques	Hectárea de bosques (Valor Transferencia de Beneficios)
			Valor Hábitat Humedales	Hectárea de humedales (Valor Transferencia de Beneficios)
Recreación	Paisajes naturales, bosques, lagos, ríos, áreas protegidas, volcanes, montañas, playas	Para cuantificar este servicio, se aplica un valor al número de visitas, basado en el número de visitantes y los gastos por visitante por año	Gasto por visitante, valor de mercado	N° Visitantes por año

El VET estimado de los SSEE para la cuenca del Río Bueno asciende a **496 millones de dólares por año**¹⁷, considerando los principales flujos de servicios actualmente modelados y valorizados. Estos resultados permiten establecer una base del valor económico del flujo de agregado de beneficios del capital natural de la cuenca, sin que ello implique comparabilidad directa entre servicios, ya que las estimaciones dependen de la disponibilidad y el detalle de la información utilizada para cada uno. Los resultados reflejan la diversidad de funciones ecológicas y su aporte económico a escala territorial.

Si bien algunos servicios presentan magnitudes globales más elevadas (Tabla 2) —como la regulación climática, con más de 220 millones USD anuales, impulsada por el almacenamiento estable de carbono en extensas zonas de bosques nativos—, otros servicios o ecosistemas muestran valores marginales altos, aunque su contribución total sea menor

en la tabla. Este es el caso de los humedales, que destacan por su valor unitario y por el conjunto de beneficios ecológicos que concentran en superficies relativamente acotadas.

Cabe destacar que se publicaron resultados preliminares de la valoración económica en el documento [Integración del capital natural en políticas públicas: lecciones desde la cuenca del Río Bueno](#) de enero de 2025. Posteriormente, como resultado de la discusión del dicho documento con actores clave, se aplicaron refinamientos metodológicos al marco de valoración y ajustes en algunos parámetros clave, con el objetivo de mejorar la precisión, comparabilidad y escalabilidad de las estimaciones económicas de los servicios ecosistémicos modelados. En particular, se incorporaron refinamientos que fortalecen la consistencia del análisis económico de los servicios de regulación hídrica y de calidad del agua, incluyendo retención de sedimentos y retención de nutrientes (fósforo).

¹⁷ Se hizo un análisis de sensibilidad para el cual el valor total puede ser de hasta 2.2 Billones de dólares anuales. Para más detalle revisar el Anexo Técnico 1: Dimensión Económica y Espacial.

Tabla 2. Valor Económico Total (VET) de los servicios ecosistémicos de la cuenca del Río Bueno, para la condición de uso actual.

Tipo de Servicio Ecosistémicos	Método de valoración	Valor Unitario	Unidad	Valor Anual USD/año
Provisión de agua (cantidad)	Funciones de producción, valores de mercado de derechos de agua	0,013 (oferta suficiente) 0,035 (escasez)	USD/m ³	60.621.766
Regulación Hídrica	Costo de reemplazo, valor de mercado	0,041	USD/m ³	20.589.779
Purificación Hídrica - Retención de Sedimentos	Costos evitados, costos de reemplazo	0,0853	USD/kg	127.643.904
Purificación Hídrica - Retención de Nutrientes	Costos evitados, costos de reemplazo	158,16	USD/kg	7.855.819
Regulación Climática	Valor de almacenamiento de carbono	5	USD/Ton CO ₂ eq	223.323.479
Hábitat y Viveros	Valor Hábitat Bosques	509,710	USD/ha/año	49.358.772
	Valor Hábitat Humedales	976,280	USD/ha/año	1.974.224
Recreación	Gasto por visitante, valor de mercado	186,17	USD/visit	4.756.842
				496.124.585

A medida que se evalúen otros flujos de servicios —por ejemplo, otros constituyentes de la calidad de agua, además del fósforo evitado, o servicios actualmente en desarrollo, como la polinización— es razonable esperar un incremento en la estimación del valor económico. Asimismo, existen servicios ecosistémicos de carácter cultural que no fueron incorporados en esta estimación, tales como aquellos asociados a la identidad territorial, el conocimiento ecológico tradicional, el uso y resguardo de semillas locales, y los valores simbólicos o espirituales del paisaje, especialmente relevantes en contextos con presencia de comunidades indígenas. Los valores presentados constituyen, por tanto, una valoración económica conservadora basada en un subconjunto de valores sociales y culturales asociados que dependen de la naturaleza. No obstante, ofrece un punto de partida de la magnitud significativa del aporte económico del capital natural en el territorio.

Producto 2 – Mapa económico

El mapa económico integra los seis SSEE mediante un esquema de aditividad con ponderaciones, que se expresa en Costos Anuales Equivalentes (CAE) del flujo agregado de SSEE, expresados en USD/ha/año. Este resultado combina la provisión biofísica de los servicios ecosistémicos con su uso efectivo, incorporando explícitamente la interacción espacial entre las áreas donde se generan los procesos ecosistémicos y los beneficiarios de los servicios. De esta forma, el mapa económico refleja el valor económico espacializado asociado a dicha interacción, y no únicamente la localización de los ecosistemas proveedores.

El producto resultante funciona como un mapa de “hotspots” del flujo de beneficios del capital natural (Figura 6), que permite visualizar la distribución espacial del valor de los SSEE generados por las diferentes zonas de la cuenca, en función de su utilización por distintos sectores económicos. En otras

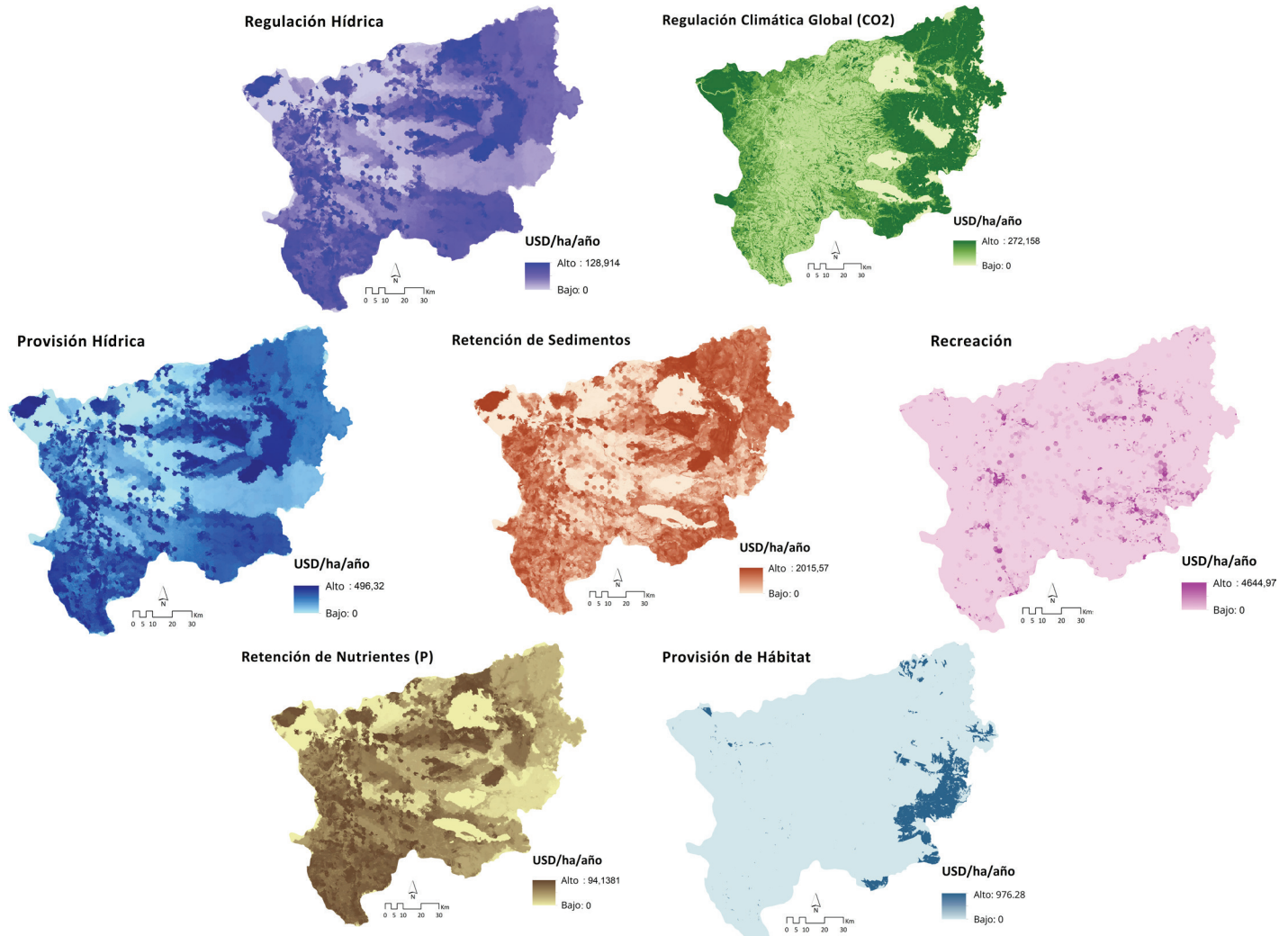


palabras, ilustra aquellas áreas del paisaje sobre las que convergen las interdependencias económicas a las funciones de los ecosistemas.

La atribución espacial de los valores económicos desarrollada se basa en el marco SPA-SBA-SCA¹⁸, que permite conectar el valor percibido por cada beneficiario de un servicio ecosistémico a los lugares que lo generan. Para cada beneficiario, primero se delimita el área proveedora de servicios que está

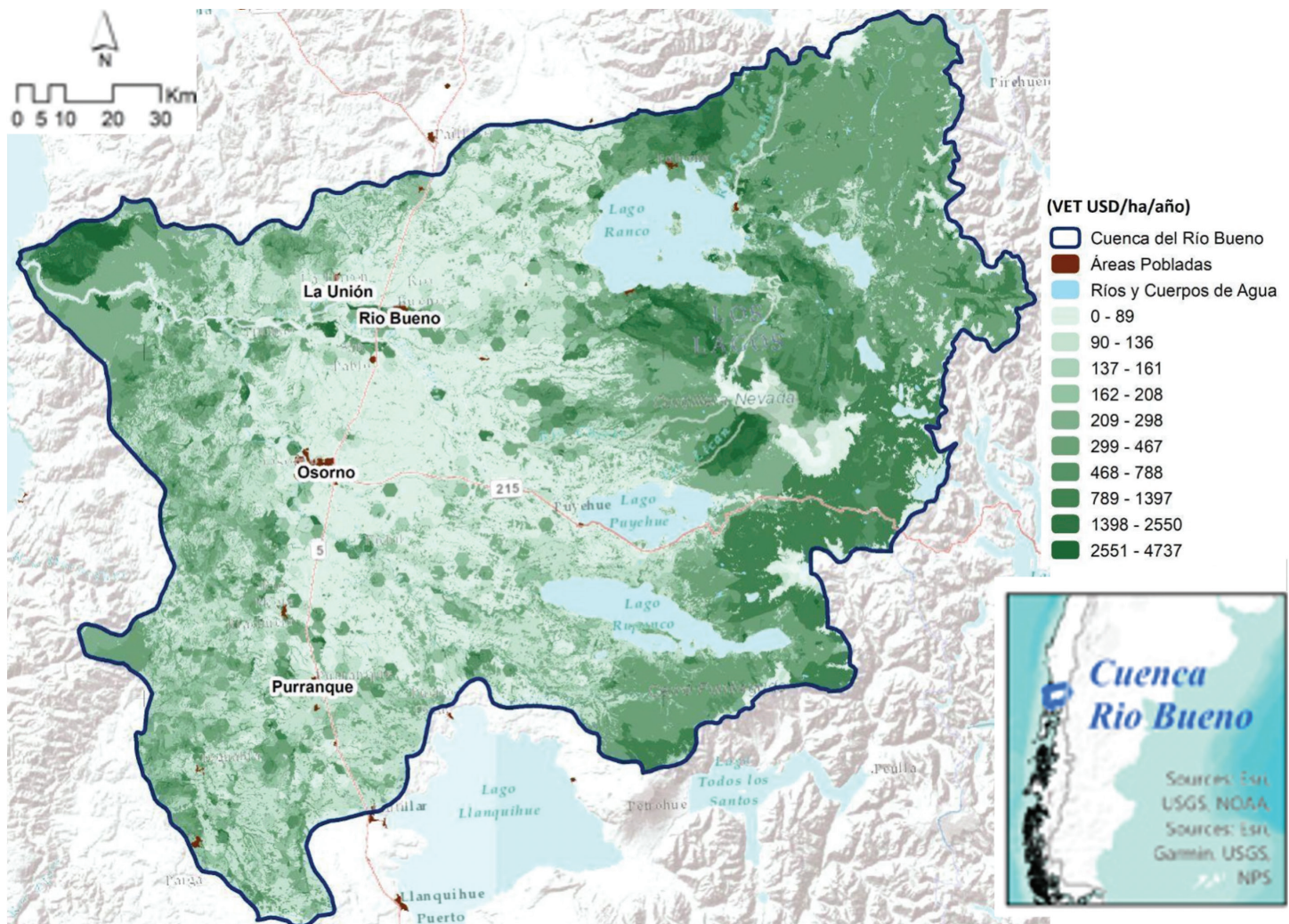
causal y espacialmente conectada a cada beneficiario del servicio. Para servicios direccionales como el suministro de agua, se consideran a su vez el área de conexión del servicio, aquellas sub-cuencas hidrográficas que están conectadas con los beneficiarios. Este paso garantiza que sólo se tengan en cuenta las áreas con un flujo o una conectividad efectivamente realizada entre las zonas potencialmente proveedoras y los usuarios.

Figura 6. (Primera imagen) Mapas de atribución de valor económico aportado por diferentes áreas según la oferta y el uso de los SSEE (valores monetarios por hectárea) basados en el suministro y utilización actual de todos los seis servicios ecosistémicos evaluados, (Segunda imagen) Mapa de valor económico total de los servicios ecosistémicos evaluados en la cuenca (VET)



18 Syrbe, R. U., & Grunewald, K. (2017). Ecosystem service supply and demand – the challenge to balance spatial mismatches. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(2), 148–161. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1407362>

Continuación Figura 6.



El resultado, mostrado en la figura 6, representa una heterogeneidad espacial significativa, influida no solo por el tipo de uso del suelo, sino también por las condiciones biofísicas, ecológicas y de demanda asociadas a cada servicio. **Algunas zonas aparecen como especialmente valiosas de acuerdo con este estudio, considerando el conjunto de servicios y la metodología aplicada: destacan los bordes del lago Ranco, los entornos del lago Puyehue, las áreas adyacentes al Río Bueno y el sector norte de la cordillera de la Costa.** En general, los espacios más próximos tanto a la cordillera de los Andes como a la cordillera de la Costa concentran los mayores valores, en correspondencia con la presencia de ecosistemas boscosos que sostienen niveles más altos de provisión biofísica de servicios, al mismo tiempo que benefician a las personas aguas abajo.

El análisis eco-espacial muestra que muchos SSEE operan de manera conjunta y tienden a formar patrones de uso concurrente. En varios sectores de la cuenca, aumentos en carbono almacenado, sedimentos retenidos, y nutrientes retenidos se manifiestan de forma simultánea, evidenciando sinergias naturales entre funciones ecológicas que sostienen la estabilidad en la oferta y calidad del agua, la regulación climática, y la oferta de servicios culturales del territorio. Estos agrupamientos sugieren que las coberturas vegetales y las dinámicas del paisaje no sólo producen beneficios individuales, sino combinaciones concurrentes de servicios, cuyo entendimiento integrado permite una lectura más completa del funcionamiento ecosistémico y social, y de las oportunidades de gestión coordinada basadas en múltiples co-beneficios.



Componente III – Análisis de instrumentos de política

El componente de análisis de instrumentos de políticas se estructuró en cuatro pilares metodológicos complementarios. Primero, se realizó un mapeo institucional e inventario de políticas públicas, que sistematizó 233 instrumentos normativos, programas y políticas vinculados a biodiversidad, agua, bosques y ordenamiento territorial, identificando superposiciones, vacíos y oportunidades de coordinación (los resultados se pueden revisar en: [herramienta de visualización del inventario de políticas públicas asociadas a capital natural](#)). Segundo, se llevó a cabo una revisión normativa y análisis de articulación institucional, examinando la Ley N.º 21.600, la interacción entre sus instrumentos y una revisión detallada de los criterios de selección de sitios preferentes del Sistema de Compensaciones de Biodiversidad para evaluar su coherencia e integración a nivel espacial en el territorio, así como las interacciones del instrumento de compensaciones con las guías metodológicas del SEA y los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS). El tercer pilar correspondió a un levantamiento participativo, mediante talleres regionales y entrevistas con actores relevantes del SBAP, SEA, SMA, DGA, SAG, CONAF y Gobiernos Regionales, que permitió validar necesidades reales de información, brechas operativas y requerimientos institucionales para aplicar el instrumento. Finalmente, se realizó un análisis de los planes de compensación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), revisando ocho Estudios de Impacto Ambiental aprobados para la cuenca, en la

última década, para identificar prácticas actuales, tendencias en la compensación funcional, inclusión de SSEE culturales y de soporte, y magnitudes de inversión en compensación. Todo el proceso y el detalle de actividades realizadas dentro del análisis normativo e institucional, se detallan en el [Anexo Técnico 2: Análisis de Instrumentos de Política](#).

El trabajo realizado es complementario a los componentes de evaluación de SSEE y valoración económica y sirvió como insumo para la integración espacial de los criterios del reglamento de compensaciones de biodiversidad, para el modelo de optimización y para la identificación de las oportunidades de integración del capital natural en el instrumento de compensaciones y en los otros mecanismos del SBAP.

Producto 3 – Mapa de criterios del reglamento

Se generó un mapa que sintetiza los cuatro criterios que el Reglamento de Compensaciones de Biodiversidad establece deben cumplirse al realizar una compensación en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) (Representatividad, Singularidad, Remanencia y Transformación)¹⁹, integrándose en un índice compuesto de prioridad del reglamento para mostrar el peso relativo que dichos criterios tienen en diferentes áreas de la cuenca. Cada criterio fue espacializado en una escala Likert de 1 a 5 (Véase Tabla 3 y Figura 7), donde los valores más bajos indican mayor prioridad de compensación. Luego, la agregación de criterios se realizó mediante una combinación ponderada, de modo que el valor resultante refleja su contribución conjunta a la prioridad del reglamento. En términos operativos,

19 El artículo 24 del reglamento indica los 4 criterios para la selección de sitios de compensación, son los siguientes:

- **Singularidad:** la distribución restringida o fragmentada de los componentes de biodiversidad, donde una mayor singularidad otorga mayor preferencia.
- **Transformación:** el cambio en el tiempo de los componentes de biodiversidad en el sitio. Una mayor transformación implica mayor preferencia para la compensación.
- **Representatividad:** la relevancia de los componentes de biodiversidad presentes en un sitio, considerando su nivel de protección dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Una menor representatividad del sitio implica mayor prioridad para la compensación.
- **Remanencia:** la proporción remanente de los componentes de biodiversidad respecto de su extensión histórica. Una menor remanencia otorga mayor preferencia.

los valores de los mapas intermedios se integraron generando un índice compuesto de prioridad, utilizando una media geométrica tipo Cobb-Douglas, lo que implica que desempeños bajos en alguno de los criterios reducen el valor final del índice.

Sin embargo, el criterio de remanencia no mantuvo una ponderación equivalente al resto, debido a que, dadas las características de los ecosistemas, presentó una alta correlación con el criterio de singularidad, sesgando la priorización hacia un único piso vegetacional. Por esta razón, se ajustaron las

ponderaciones, asignando 30% para cada mapa de singularidad, transformación y representatividad y 10% a remanencia.

Posteriormente, este índice compuesto se integró con la información de Sitios Prioritarios de Conservación (SPC) nacionales y regionales²⁰, considerando para cada unidad espacial el mayor valor entre ambos, de forma de reflejar tanto el cumplimiento conjunto de los criterios del reglamento como la prioridad ya establecida por instrumentos de conservación existentes a través de los SPC.

Tabla 3. Criterios del Reglamento de Compensaciones de Biodiversidad espacializados para la cuenca del Río Bueno

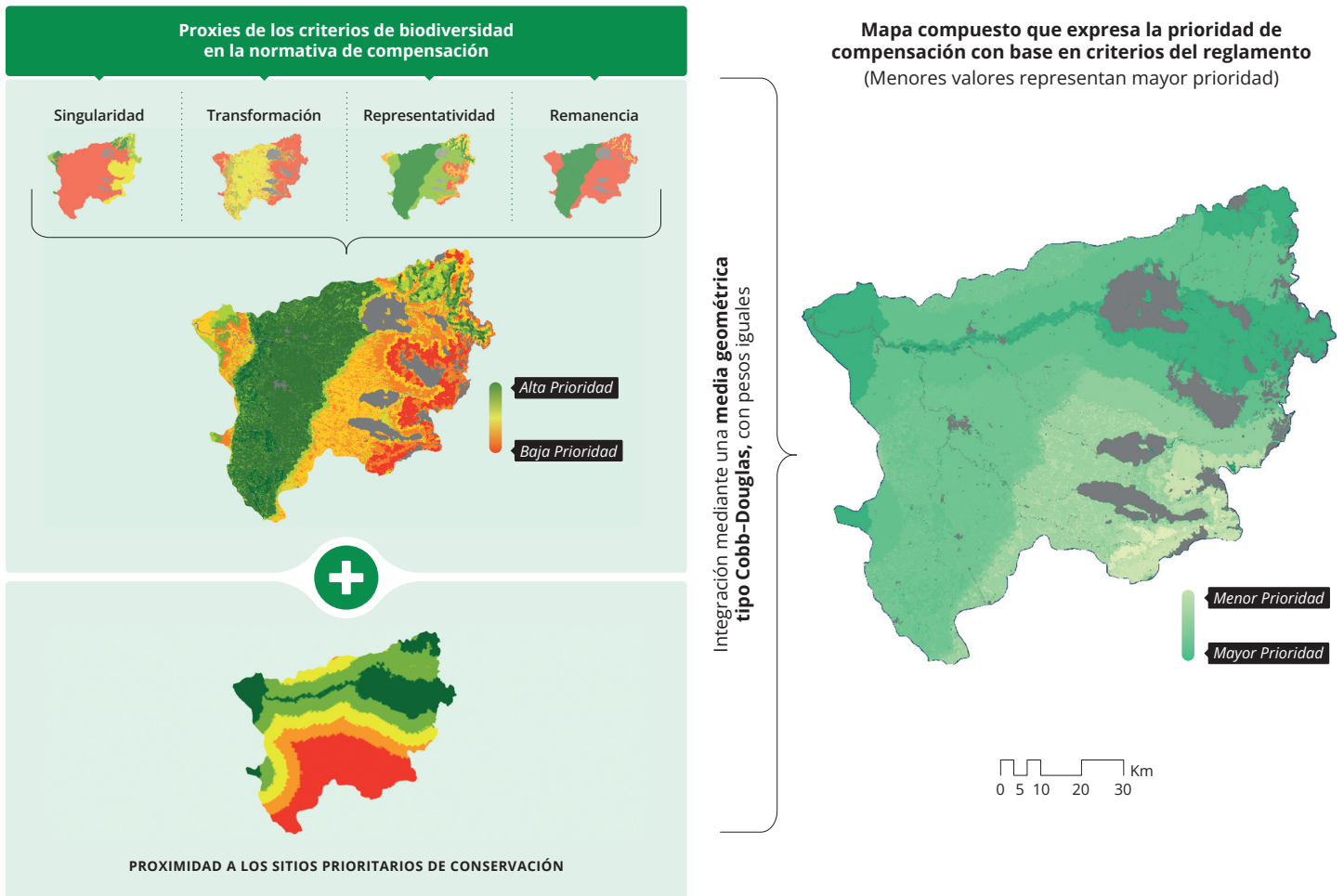
Criterio	Fuente principal	Resultado
Singularidad	Superficie nacional de pisos vegetacionales (Luebert & Plissock 2017)	Mapa que identifica los pisos vegetacionales menos representados a nivel nacional. Se aplicó escala Likert 1-5: 1 (verde) = mayor singularidad/rareza (alta prioridad); 5 (rojo) = ecosistemas más comunes (baja prioridad).
Transformación	Diferencia entre cobertura actual y cobertura potencial por formaciones vegetacionales	Mapa del grado de transformación estructural. Escala Likert 1-5: 1 (verde) = alta transformación (mayor distancia a la condición potencial → alta prioridad); 5 (rojo/blanco) = baja transformación ("lo rojo no cambia", menor prioridad).
Representatividad	Proporción protegida de cada piso vegetacional en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas	Mapa de pisos con baja protección. Escala Likert 1-5: 1 (verde) = muy baja representatividad (<1,4%, alta prioridad); 5 (rojo) = alta representatividad (>46%, baja prioridad), con umbrales adaptativos según distribución real.
Remanencia	Vulnerabilidad de los ecosistemas remanentes según clasificación UICN ²¹	Mapa de clasificación de Vulnerabilidad. Escala Likert 1-5: 1 (verde) = CR [Critically Endangered]; 5 (rojo) = LC [Least Concern]
Cercanía a Sitios Prioritarios de Conservación (SPC)	Distancia a SPC (buffers de 0-10-20-30 km)	Mapa de influencia de áreas protegidas. Escala Likert 1-5: 1 (verde) = dentro o muy cerca de un SPC (<10 km, alta prioridad); 5 (rojo/blanco) = >30 km (baja prioridad).

20 El artículo 32 (del reglamento de compensación de biodiversidad), trata sobre la determinación de los sitios de compensación, indica que el SBAP podrá determinar los sitios según el artículo 24 o en las prioridades de conservación de la biodiversidad presentes en la planificación ecológica artículo 28 de la Ley. El artículo 28 entrará en vigencia el 2028 según el art. 8.º transitorio, por esto se utilizaron las estrategias nacionales y regionales donde se identifican los sitios prioritarios vigentes y reconocidos en la ley 19.300 Ley de Bases del Medio Ambiente (1994).

21 Sistema de Información y monitoreo de biodiversidad para ecosistemas en categoría **CR** y categoría **EN**



Figura 7. Criterios para la elaboración y resultado del mapa de criterios del Reglamento de Compensaciones de Biodiversidad



Producto 4 – Portafolio de zonas preferentes de restauración

La restauración de hábitats naturales orientada a objetivos de biodiversidad puede generar beneficios adicionales en distintos servicios ecosistémicos, como el almacenamiento de carbono, la retención de sedimentos, la mejora de la calidad del agua o la regulación de caudales. Sin embargo, estos beneficios no se distribuyen de manera homogénea en el territorio ni responden de forma uniforme a las mismas intervenciones. La ganancia en la provisión efectiva de cada servicio depende de factores adicionales, tales como la ubicación de los beneficiarios dentro de una cuenca hidrográfica, las características biofísicas locales, la conectividad hidrológica y la relación entre áreas proveedoras y beneficiarios.

En este contexto, las correlaciones espaciales de los efectos de restauración en los servicios ecosistémicos pueden ser bajas. Por ejemplo, existen áreas donde la recuperación de un bosque u otra vegetación nativa incrementa significativamente el almacenamiento de carbono, pero no genera cambios relevantes en los servicios hídricos percibidos por los beneficiarios, ya sea porque estos se encuentran aguas abajo de zonas ya estabilizadas, porque la restauración ocurre en subcuencas con baja demanda, o porque los procesos hidrológicos dominantes no son sensibles a ese cambio de uso en particular. Esta heterogeneidad espacial dificulta el diseño de portafolios de restauración que maximicen simultáneamente beneficios en múltiples servicios, reforzando la necesidad de enfoques integrados de priorización territorial.

A través de un proceso de optimización espacial, es posible identificar zonas de alta frecuencia de elección ante diferentes escenarios, que alinean metas en varios objetivos de manera simultánea, minimizando los costos de oportunidad para que el conjunto de acciones sea eficiente económicamente a escala de la cuenca.

En el marco de este proyecto, se aplicó un enfoque de optimización espacial basado en la herramienta de *Oportunidades Óptimas de Restauración o ROOT*²², con el objetivo de **identificar las zonas de la cuenca del Río Bueno donde las intervenciones de cambio con objetivo de restauración de la estructura original podrían focalizarse para maximizar los co-beneficios en SSEE en las agendas de biodiversidad, agua y clima al mismo tiempo en que se minimiza el costo de oportunidad** asociado a la conversión de los usos o la vegetación actual (por ejemplo, en áreas agrícolas y forestales).

La identificación de zonas preferentes utilizó como insumo la modelación biofísica de la oferta y el uso de servicios ecosistémicos ante un escenario de recuperación potencial de la capacidad ecosistémica del territorio. Este escenario se define a partir de la transformación de terrenos degradados o productivos (tierras descubiertas bajo la línea arbórea, agrícolas, matorrales, pastizales, plantaciones forestales, entre otros) hacia el ecosistema de referencia correspondiente a los pisos vegetacionales de la cuenca. En este sentido, el análisis asume un estado hipotético en el cual estos espacios han sido recuperados hacia su condición ecosistémica

potencial, utilizando el término “restauración” en un sentido operativo, orientado a la comparación entre estados y no a la modelación explícita del proceso de restauración ecológica en el tiempo. El detalle del enfoque de optimización, los supuestos utilizados, limitaciones y cómo se aplica se explica en el **Anexo Técnico 1: Dimensión Económica y Espacial**.

Principales resultados de la optimización:

- 1. Co-beneficios de la restauración.** La Figura 8 ilustra la relación entre el área restaurada (expresada en miles de hectáreas) y la ganancia (ó pérdida) acumulada de la provisión potencial de cuatro SSEE²³, medido como porcentaje del cambio máximo posible. A nivel individual, para cada SSEE (especialmente para aquellos donde existen dependencias espaciales entre la oferta y la utilización), las primeras intervenciones concentran las mejores oportunidades y producen incrementos rápidos en términos de beneficios de algunos servicios; después, las ganancias marginales se desaceleran a medida que se restauran áreas adicionales. También se presenta el costo de oportunidad agrícola en millones de USD por año, que aumenta con la expansión del área restaurada al involucrar tierras con mayor valor productivo.

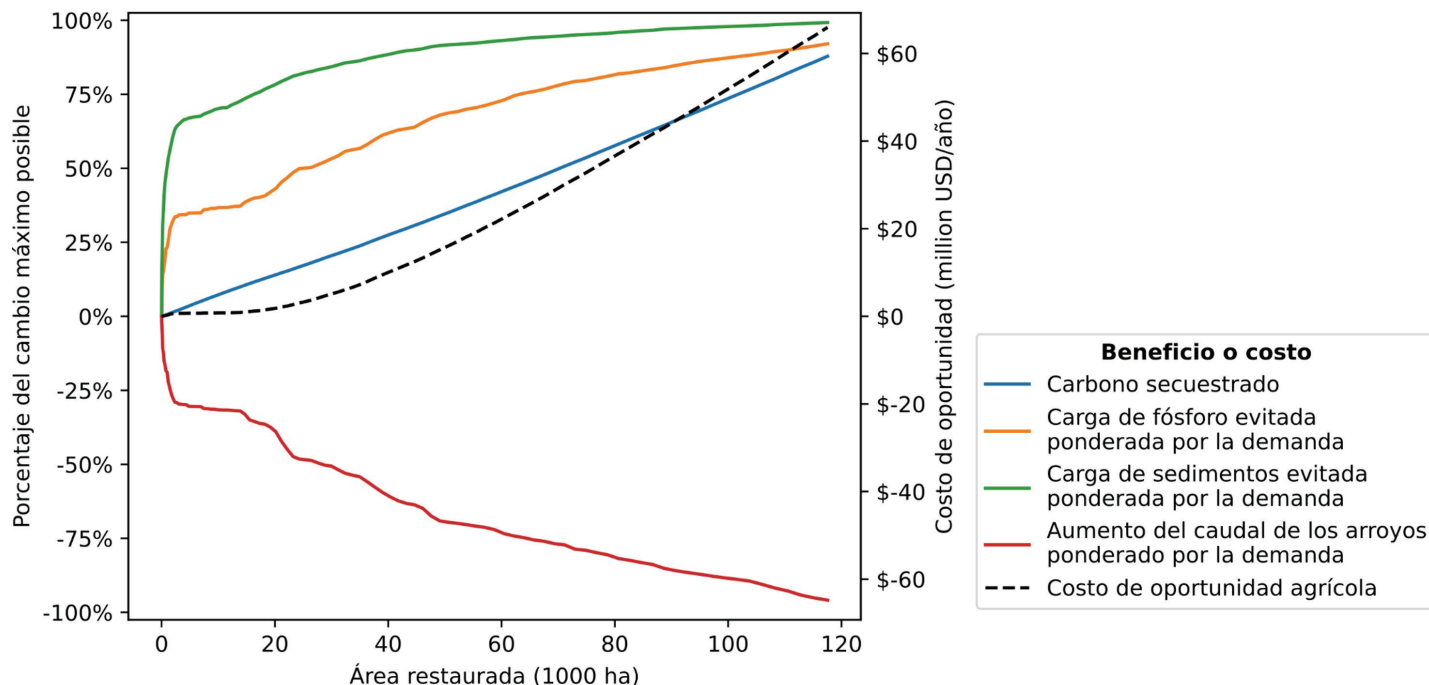
El patrón de “rendimientos decrecientes” en beneficios y el incremento de los costos a medida que se amplía la restauración demuestra la oportunidad de seleccionar estratégicamente sitios de restauración de la biodiversidad alineados con la mayores ganancias en la provisión de SSEE.

22 **ROOT (Restoration Opportunities Optimization Tool)**, herramienta de optimización espacial desarrollada por el Natural Capital Project que permite priorizar áreas de restauración y conservación considerando múltiples objetivos, beneficios ambientales y restricciones, para apoyar decisiones costo-eficientes y basadas en evidencia. Para más información revisar: **Aplicaciones de Restoration Opportunities Optimization Tool (ROOT)**

23 Se destaca que sólo se incluyeron en el análisis aquellos servicios ecosistémicos que presentan variaciones cuantificables bajo este escenario de recuperación del ecosistema de referencia y que pueden ser modelados de manera consistente: provisión de agua, retención de sedimentos, retención de nutrientes y almacenamiento de carbono.



Figura 8. Estimación de beneficios y trade-offs de los servicios ecosistémicos, y el costo de oportunidad agroforestal, respecto de las diferentes combinaciones de preferencias, condicionado al máximo de superficie a restaurar equivalente a la meta de conservación y recuperación asociada a la meta 30x30²⁴, de 117.546 hectáreas²⁵



2. Zonas de alta coincidencia: Al evaluar simultáneamente diferentes SSEE (utilizando una metodología basada en variación de pesos asignados a cada servicio), algunos sitios son seleccionados reiteradamente en la optimización. Estas zonas, mostradas en la Figura 9, representan “opciones sin arrepentimiento”, es decir, en donde invertir en restauración ofrece consistentemente co-beneficios simultáneos para el clima y el agua .

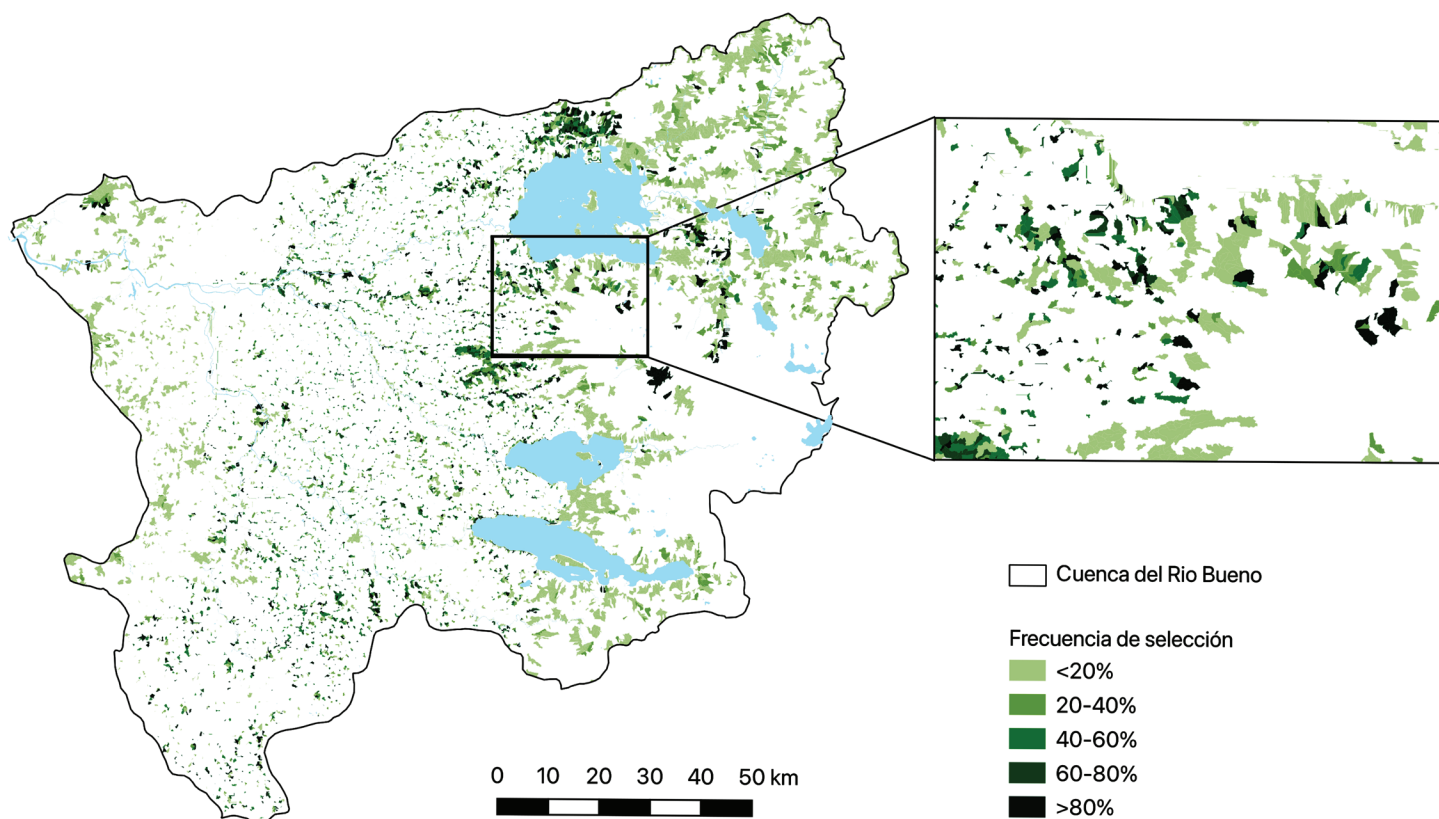
Las unidades de decisión con mayor frecuencia de selección —las opciones sin arrepentimiento— tienden a ubicarse en sectores de la transición

entre los andes y el valle central con topografía media a plana, donde predominan usos agrícolas o praderas, pero también en áreas de transición hacia ecosistemas boscosos, sobre todo en la parte norte de la cuenca y cercana a Lago Ranco. Esta distribución indica que los sitios con alto potencial de restauración coinciden, en gran parte, con zonas donde la recuperación de coberturas vegetales puede generar beneficios significativos para la provisión de servicios ecosistémicos, especialmente en retención de sedimentos, reducción de nutrientes y captura de carbono.

24 Protección del 30% de la tierra y océanos del planeta para 2030. Hoja de Ruta 30-30 o Meta 3 del Marco Global de Biodiversidad (MMA, 2024).

25 La meta de protección 30x30 es el número máximo normativo de un espacio potencialmente restaurable (si uno conserva todo lo restaurado). Este límite superior para la optimización es útil pues permite establecer en el análisis los subconjuntos de superficie menores de restauración, cómo la meta de restauración de la cuenca.

Figura 9. Mapa de zonas de alta coincidencia, que muestra la frecuencia con la que se seleccionó cada microcuenca en un portafolio de restauración, utilizando variadas combinaciones entre nivel de provisión de los SSEE y costo de oportunidad.



Integración de los productos generados

La integración de los resultados de la optimización obtenidos a través de ROOT con los criterios reglamentarios de biodiversidad y con el cambio económico asociado a la restauración permite identificar zonas donde coinciden distintas prioridades: ecológica, económica y regulatoria. Este cruce ofrece una lectura territorial más robusta para orientar intervenciones de restauración que produzcan beneficios múltiples y que, a la vez, sean coherentes con obligaciones y metas de política pública. En conjunto, estos tres enfoques permiten definir de sitios preferentes de compensación.

El análisis integrado se presenta en la Figura 19 y combina simultáneamente tres mapas: uno de las zonas de alta coincidencia que considera

las microcuencas en el top 80% de las opciones optimizadas, el mapa de criterios del Reglamento de Compensaciones de Biodiversidad y un tercer mapa del cambio del valor económico asociado a restaurar cada microcuenca. Este último mapa, muestra que existen zonas donde la restauración produce incrementos significativos en el valor económico anual —principalmente en sectores del valle central y algunas áreas de transición—, y en contraste, aquellas donde la restauración implica disminuciones en el VET, debido al trade-off con servicios de provisión de agua. Al integrar estos tres mapas, el resultante es el **portafolio de zonas preferentes de restauración**, —que identifica **18.460 ha**, con cierta concentración **alrededor del Corredor Ribereño del Río Bueno y de las áreas próximas al Lago Ranco**, donde los tres enfoques convergen espacialmente. Este valor



corresponde a 1.6 veces la superficie asignada a la cuenca en la meta nacional de restauración²⁶ (11.475 ha), mostrando que dentro del territorio existe flexibilidad en las oportunidades para implementar restauración estratégica que atienda simultáneamente prioridades ambientales, económicas y regulatorias.

Las zonas de coincidencia se distribuyen principalmente en sectores de pendiente media y en paisajes dominados por vegetación secundaria, mosaicos agrícolas y áreas de transición hacia el bosque nativo. Estos paisajes presentan tres atributos simultáneos:

- **altos beneficios ecosistémicos** (retención de sedimentos y fósforo, captura de carbono),

- **alta prioridad normativa** debido a su contribución a la conectividad o su singularidad ecológica,
- **cambios económicos positivos** o moderados que hacen viable la restauración como intervención territorial.

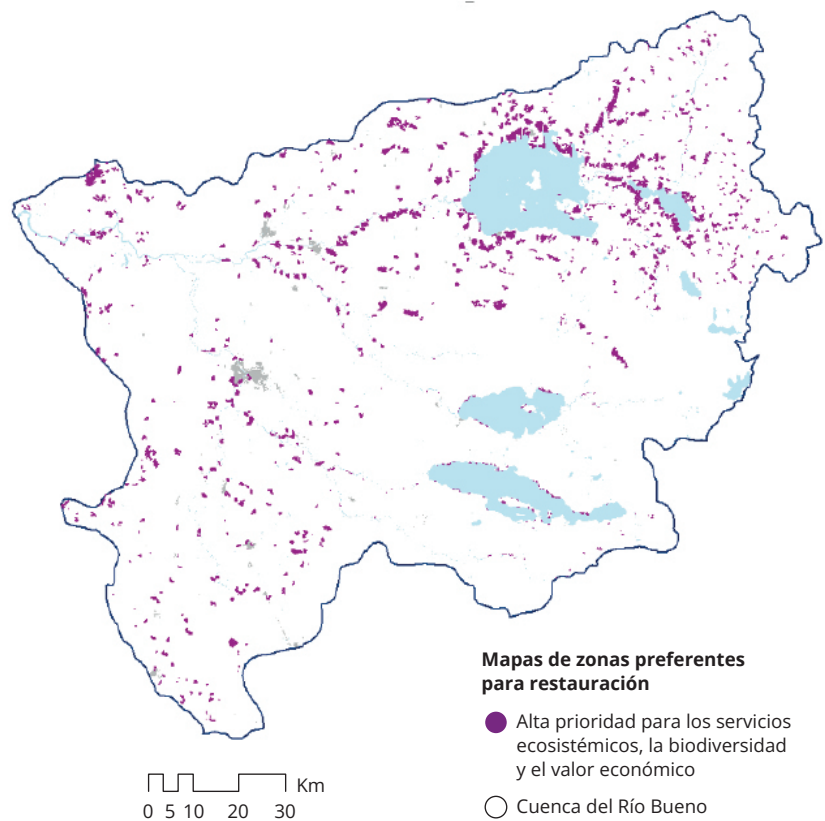
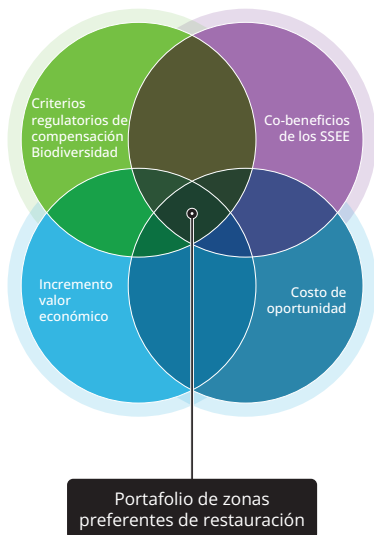
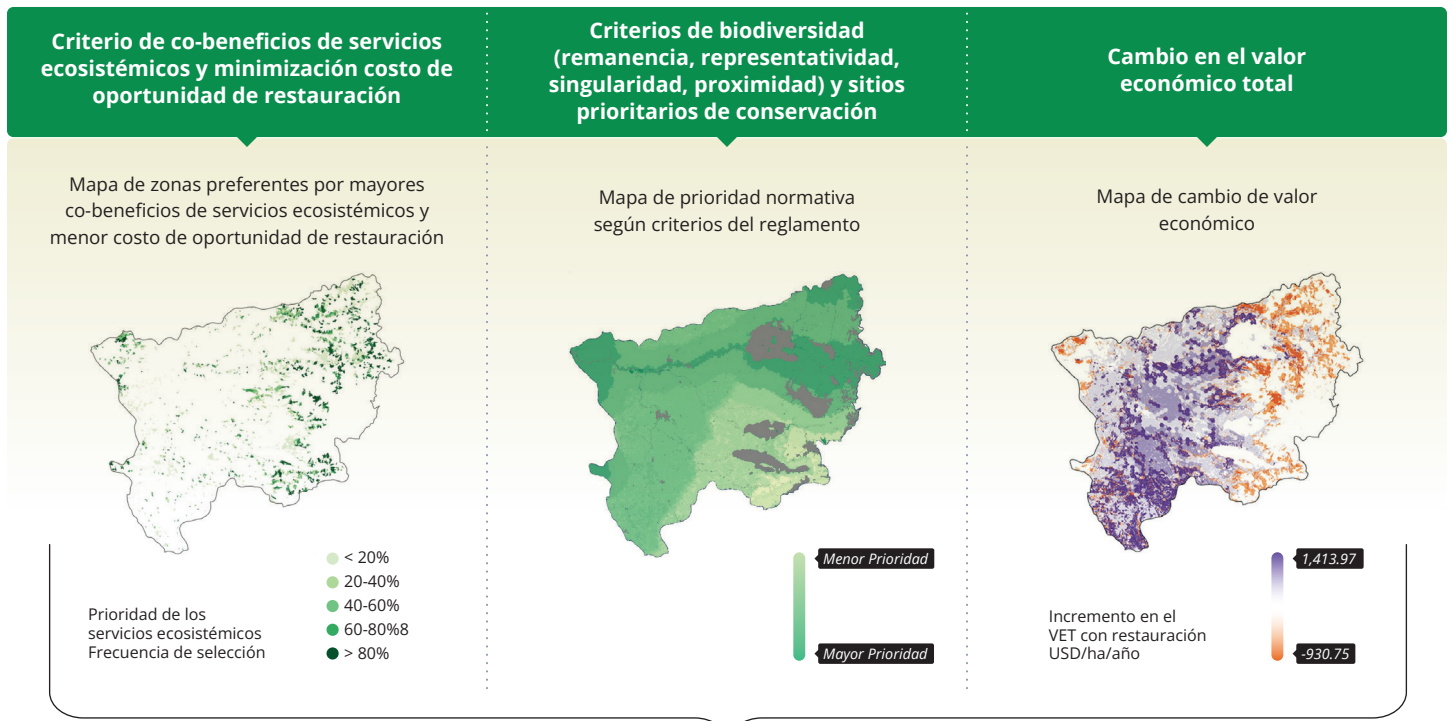
En conjunto, esta integración revela un conjunto territorial acotado pero significativo, donde la restauración representa una oportunidad de implementación práctica de agendas ambientales, climáticas y de biodiversidad. Las áreas identificadas pueden funcionar como un espacio inicial para planificar proyectos piloto, orientar programas de restauración ecológica o focalizar medidas de compensación en el marco de la normativa vigente.

Cuadro 5

Este proyecto constituye un ejemplo concreto de avance hacia la coherencia de políticas para el desarrollo sostenible. Al integrar las contribuciones actuales y potenciales de la naturaleza a agendas de agua y clima, y a objetivos de biodiversidad mediante herramientas de valoración y optimización espacial, promueve la alineación intersectorial, orienta decisiones eficientes que maximizan co-beneficios ecosistémicos y reducen trade-offs, posicionando la gestión del capital natural como un activo estratégico y alineando las decisiones públicas y privadas con la Ley N.º 21.600, la Meta 30x30 y las NDC. Al orientar inversiones hacia zonas costo-eficientes, e identificar activos clave del capital natural actual, la incorporación de los ECN contribuye también a fortalecer la competitividad y estabilidad económica.

²⁶ El Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes en Chile y en la Estrategía Climática de Largo Plazo (2021), se indica que incorporará 1.500.000 hectáreas de paisajes a procesos de restauración al 2030, priorizando aquellos con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental. Para estimar la proporción correspondiente a la cuenca del Río Bueno, se realizó una correlación basada en la relación entre su superficie y la superficie nacional, lo que resultó en 11.475 hectáreas.

Figura 10. Portafolio de zonas preferentes de restauración





Desarrollo de Capacidades

El proyecto ha contribuido al fortalecimiento de capacidades técnicas e institucionales para aplicar el ECN en la gestión pública. A través del trabajo colaborativo, la formación práctica y el intercambio entre instituciones, se ha ido avanzando en la apropiación del enfoque y en la creación de una base técnica común que sustenta su futura implementación. Desde el inicio, el Natural Capital Project (NatCap) de la Universidad de Stanford trabajó junto al Comité de Capital Natural (CCN) y equipos nacionales en el afinamiento metodológico y la capacitación en los modelos InVEST y ROOT (de optimización), fortaleciendo las competencias locales en modelación biofísica, valoración económica y priorización espacial. Este trabajo conjunto ha permitido ir construyendo una base de aprendizaje replicable en otros territorios y ampliar las capacidades técnicas para integrar el ECN en políticas públicas.

A nivel regional, los talleres realizados en Valdivia y Puerto Montt —“Capital Natural y Biodiversidad: Explorando Herramientas para la Implementación del Reglamento de Compensaciones”, permitieron identificar brechas de información, fortalecer la coordinación interinstitucional y difundir el ECN como una herramienta práctica para mejorar la trazabilidad y efectividad de las compensaciones a escala territorial.

Por otra parte, en Santiago se desarrollaron dos talleres con objetivos complementarios:

Taller con el sector público – “Avances y Perspectivas hacia una Agenda Pública Integrada de Capital Natural”: reunió a representantes de más de diez ministerios y organismos públicos (Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Banco Central, CORFO, entre otros), permitiendo alinear prioridades y fortalecer la coherencia intersectorial en la incorporación del ECN en políticas, planes e instrumentos de gestión.

Taller con la academia – “Investigación Aplicada y Políticas Públicas: Avanzando en la Valoración del Capital Natural”: reunió a académicos, universidades y centros de investigación para promover la vinculación de la investigación aplicada con la toma de decisiones, explorando casos, metodologías y oportunidades de colaboración.

Adicionalmente, se realizaron dos capacitaciones virtuales (webinars) para fortalecer capacidades técnicas específicas:

Valoración económica del capital natural: marco metodológico de valoración económica, con ejemplo aplicado a la cuenca del Río Bueno.

Modelación espacial y aplicaciones integradas: modelación de la oferta y demanda de SSEE, mapa de valoración económica, espacialización de criterios reglamentarios y procesos de optimización espacial aplicados al proyecto.

Estas acciones han ido sentando las bases para avanzar hacia una **comunidad de práctica sobre capital natural**, que reúna a equipos técnicos, investigadores y tomadores de decisión en un proceso continuo de aprendizaje e intercambio en torno al enfoque.

Figura 11. Talleres con sector público y academia-Santiago.



Créditos de las fotos: Paula Fournies.

Oportunidades de Integración en Políticas Públicas

La información técnica del proyecto a su vez se analiza desde la perspectiva de los casos de uso específicos en los instrumentos de política pública. Estas oportunidades de integración se evalúan en tres niveles complementarios ilustrados en los componentes metodológicos del proyecto (Figura 2), con énfasis en la Ley para la Naturaleza (Ley N°. 21.600 de 2023):

i) **Nivel 1:** Aplicaciones de la información sobre capital natural como insumo para el instrumento de compensaciones de biodiversidad;

ii) **Nivel 2:** Oportunidades de aplicación transversal a otros instrumentos asociados al SBAP (Sistema de Certificación de Biodiversidad y SSEE, Retribución de SSEE, Planificación Ecológica); y

iii) **Nivel 3:** Alineación con otros instrumentos de política pública sectoriales y territoriales.

El análisis en general se sustenta sobre el **principio de valoración de los SSEE**, que es uno de los criterios base de las decisiones de conservación y restauración definidos en la Ley para la Naturaleza.

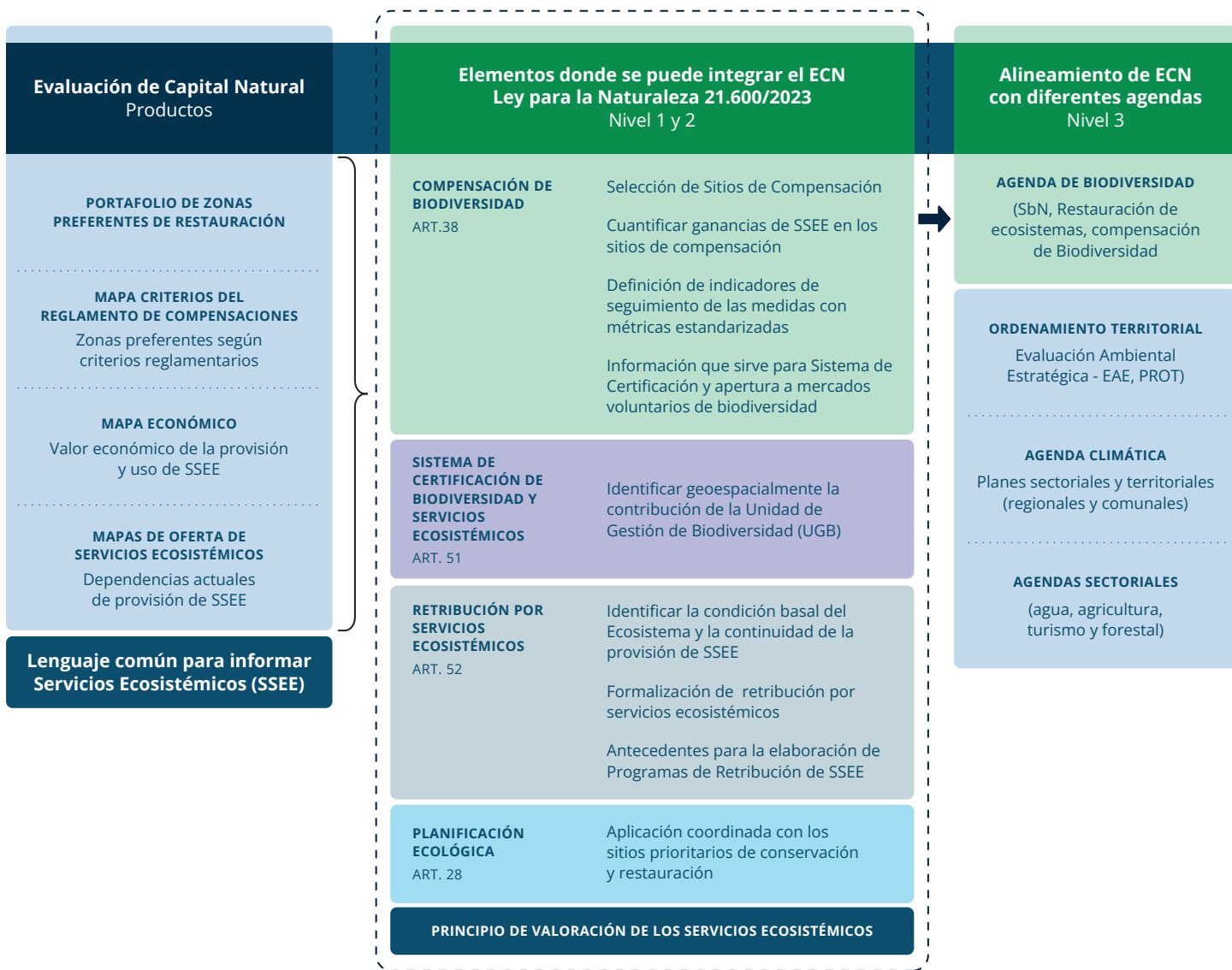


Figura 12. Talleres realizados en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, con la participación de entidades públicas responsables de implementar políticas asociadas al capital natural.



Créditos de las fotos: Xaviera De la Vega.

Figura 13. Oportunidades de integración del ECN en los distintos niveles y políticas analizadas.



Nivel 1 – Insumos para el Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad

El instrumento de compensaciones de biodiversidad se inserta explícitamente en la jerarquía de la conservación (evitar–minimizar–compensar), donde la compensación opera como última medida para abordar impactos residuales sobre la biodiversidad asociados al desarrollo de un proyecto. Su objetivo es lograr ganancias netas de biodiversidad que sean medibles, adicionales y perdurables, lo que implica definir **dónde y cómo implementar medidas que sean ecológicamente equivalentes o estratégicamente superiores**, y que se mantengan en el largo plazo.

En este contexto, uno de los desafíos críticos para su operación es la identificación de zonas adecuadas para la compensación, considerando simultáneamente la factibilidad ecológica, la pertinencia respecto del impacto y las condiciones institucionales y de gobernanza.

Para contribuir a abordar este desafío, el análisis del instrumento se organizó en torno a tres elementos centrales: (i) la revisión de los objetivos y exigencias del reglamento, incluyendo asegurar pérdida neta cero, definir sitios preferentes para restauración y conservación, y garantizar compensaciones funcionales, adicionales, permanentes y coherentes



con otros instrumentos del SBAP; (ii) la identificación de las preguntas clave que el SBAP debe responder para implementar el instrumento con información territorialmente explícita; y (iii) la evaluación de cómo la evidencia generada por el proyecto —a través de información espacial, biofísica y económica— permite responder dichas preguntas y generando análisis e información territorial que apoyan la selección de

sitios y fortalecen la trazabilidad de las decisiones.

A continuación, se presenta una tabla que detalla los elementos del instrumento, a partir del reglamento, donde se identifican **oportunidades de integración del ECN** (mencionados en la Figura 14) y se explica el posible uso que puede hacerse de la información generada por el proyecto.

Tabla 4. Oportunidad de integración del ECN y posible uso de la información en el Instrumento de Compensaciones de Biodiversidad

Elemento de integración	Oportunidad identificada	Uso de la información
Selección de sitios de compensación	Poder integrar los criterios de selección de sitios establecidos en el reglamento (herramienta legal para asegurar la Aplicación Territorial Diferenciada) con otros criterios relacionados con el ECN para guiar esa selección de sitios de compensación en base a distintos co-beneficios.	Permite generar información clave para orientar la selección, justificación y seguimiento de los sitios de compensación.
Pérdida funcional y metas medibles	Transitar desde compensación basada en superficie afectada hacia una que mida la equivalencia funcional y la ganancia neta de biodiversidad.	Permite cuantificar ganancias en los sitios de compensación para los componentes claves de biodiversidad (SSEE), con metas trazables.
Plazos y durabilidad	Fortalecer la trazabilidad temporal de las medidas de compensación y su permanencia ecológica en el tiempo.	Establecer indicadores de seguimiento que permitan monitorear la efectividad y durabilidad de las medidas, apoyando su verificación por parte del SBAP.
Apertura a mercado voluntario	El Sistema de Certificación (Art. 51 Ley N.º 21.600) abre un mercado para las Compromisos Ambientales Voluntarios (CAV) de los proyectos del SEIA, fomentando esquemas de compensación y restauración, a través de las Unidades de Gestión de Biodiversidad (UGB), más allá de las obligaciones regulatorias, incluyendo los sitios de compensación.	Entrega métricas estandarizadas y trazables relacionadas con beneficiarios potenciales de SSEE que sirven para el Sistema de certificaciones y los mercados voluntarios de biodiversidad.

ECN aporta transparencia, coherencia técnica y durabilidad al proceso de compensación, y sienta las bases para el desarrollo de guías metodológicas y estándares nacionales que faciliten su implementación por parte del SBAP y otras instituciones públicas. Además, **la aplicación del enfoque dentro de la Ley N.º 21.600 ofrece una oportunidad para fortalecer la coherencia institucional** entre los distintos instrumentos del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), **bajo un mismo marco ecológico, económico y espacial.**

Nivel 2 – Insumos transversales para otros instrumentos de la Ley para la Naturaleza

A continuación, se presenta una tabla que resume las **oportunidades de integración de ECN en otros instrumentos de la Ley para la Naturaleza (SBAP)** mencionadas en la Figura 14, y se explica el posible uso que puede hacerse de la información generada por el proyecto por cada uno de los instrumentos.

Tabla 5. Oportunidad de integración del ECN y uso de la información en otros instrumentos del SBAP

Instrumento (Ley N.º 21.600)	Oportunidad de integración del ECN
Art. 51 – Sistema de Certificación de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (SCBSE)	La creación de la Unidad de Gestión de Biodiversidad (UGB) como activo financiero verificable y duradero (≥ 20 años), es una oportunidad de integración de ECN. La información generada por el proyecto permite identificar geoespacialmente la contribución de la UGB a la conservación de la biodiversidad.
Art. 28 – Planificación ecológica (Sitios Prioritarios)	Permite alinear los sitios prioritarios definidos por el SBAP con los sitios de compensación (Art. 32) , orientando inversiones hacia áreas de mayor valor ecológico. La información generada por el proyecto, es un insumo para su aplicación coordinada , integrando criterios de eficiencia y coherencia espacial en la restauración y conservación de paisajes.
Art. 52 – Contratos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (CRSE)	La información generada ayuda a identificar la condición basal y la continuidad funcional de los ecosistemas. Vincula oferta (proveedores) y utilización (beneficiarios) de SSEE a escalas locales relevantes facilitando la formalización de retribución por servicios ecosistémicos (o Pago por Servicios Ecosistémicos) . Además, apoya con antecedentes para la elaboración de Programas de Retribución de SSEE .

La integración del ECN en el marco de la Ley N.º 21.600 demuestra su potencial para **dotar al SBAP y a las instituciones ambientales de capacidades técnicas y de gestión**, mediante la generación de información espacial unificada que fortalezca la aplicación de los distintos instrumentos. Asimismo, los ECN entregan un lenguaje común que permite operativizar los desafíos que surgen a partir de la Ley N.º 21.600 y apoyar de manera coherente instrumentos como el Sistema de Información de la Biodiversidad, los Paisajes de Conservación y otros asociados a la ley.

Nivel 3 – Articulación y alineamiento con otras agendas

El inventario de políticas públicas realizado a su vez permitió detectar ventanas de oportunidad para integrar ECN en un amplio mix de políticas públicas y sus instrumentos de Chile. Por ejemplo, este mapeo permitió identificar políticas, objetivos y metas sectoriales que reconocen dependencias de componentes o servicios del capital natural, o que impactan su disponibilidad o calidad. A nivel estratégico, **el ECN es un elemento común que conecta políticas** y sus diversos instrumentos. En este contexto, los mapas de provisión y valor de SSEE, junto con la identificación de zonas preferentes de restauración, constituyen insumos relevantes para

conectar decisiones estratégicas en estos distintos ámbitos, entre los principales:

- i. el alineamiento de la **agenda de biodiversidad**, ampliando el alcance de la Ley para la Naturaleza, y dando una perspectiva territorial a las metas de compromisos internacionales, como el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal.
- ii. el **ordenamiento territorial**, donde los ECN aportan insumos concretos y accionables para la Evaluación Ambiental Estratégica y para instrumentos de planificación como el Plan Regional de Ordenamiento Territorial y los planes reguladores intercomunales y comunales. La información de capital natural permite fortalecer los procesos de zonificación y orientar decisiones de uso de suelo considerando los beneficios que los ecosistemas aportan al bienestar y a la economía.
- iii. En el caso de la **agenda climática**, los ECN articulan el rol de los servicios ecosistémicos en las políticas de mitigación o adaptación. Como herramienta, alinea co-beneficios de las soluciones climáticas basadas en la naturaleza, y contribuye a la regionalización de medidas en los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático y Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, con metas nacionales como de la Contribución



Nacional Determinada y la Estrategia Climática de Largo Plazo.

- iv. en las **agendas sectoriales** —como agua, agricultura, turismo y sector forestal—los ECN permiten visibilizar el valor de los ecosistemas en decisiones productivas y de inversión pública. Al incorporar indicadores y métricas comunes sobre servicios ecosistémicos, el enfoque contribuye a una mejor coordinación entre sectores y niveles

de gestión de estrategias nacionales y compromisos internacionales, promoviendo negociaciones entre los objetivos de conservación, desarrollo territorial y bienestar social.

Para profundizar más en el análisis de las oportunidades de integración de ECN en los distintos niveles, revisar el **Anexo Técnico 2: Análisis de Instrumentos de Política**.

Cuadro 6

Ejemplo práctico de decisión basada en evidencia: Integración del Capital Natural en la compensación de biodiversidad

Este ejemplo demuestra cómo la integración de información ecológica, económica y reglamentaria permite optimizar las decisiones de compensación, permitiendo soluciones más costo-eficientes y priorizando zonas donde la restauración genera mayores beneficios ambientales y sociales. El ejemplo se basa en un escenario hipotético de un proyecto de inversión de infraestructura que espera instalarse en la cuenca del Río Bueno y que debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de un Estudio de Impacto Ambiental, por generar impactos adversos a los recursos naturales (art. 11 Ley 19.300/1994)

Tal como se indica en la jerarquía de medidas del reglamento de compensaciones de biodiversidad, un proyecto, luego de evitar, minimizar y reparar los impactos generados en la biodiversidad, debe compensar la pérdida residual de biodiversidad. Esta compensación requiere identificar los componentes claves de la biodiversidad en estructura y composición, y la pérdida de funciones y servicios, para determinar la meta de restauración que permita al menos una Pérdida Neta Cero²⁷ o Ganancia neta²⁸ de biodiversidad.

Para este ejemplo, se asume una superficie impactada de 20 hectáreas, cuya pérdida residual en provisión es del 100% de bosque nativo de Bosque caducifolio andino templado. Conforme al reglamento, el SBAP debe identificar un sitio de compensación equivalente que cumpla los criterios reglamentarios y asegure resultados medibles y verificables.

Con esa proyección de ganancia neta es necesario elaborar el plan de compensación de biodiversidad y se establecen los requerimientos del sitio de compensación. En esa línea, el SBAP y los servicios responsables seleccionan tres posibles sitios dentro de la cuenca que permiten cumplir con las metas de biodiversidad establecidas. El portafolio de sitios preferentes de restauración identificado a escala de cuenca constituye un insumo clave para orientar esta decisión, pues permite dirigir de manera coordinada las acciones de restauración a sitios preferentes de co-beneficios.

A nivel ilustrativo, es posible comparar tres casos de selección de sitios, mostrados en la imagen de la Figura 14.

27 Pérdida Neta Cero: Se genera cuando el impacto residual o remanente sobre los componentes claves afectados es equivalente a la ganancia alcanzada por la medida de compensación

28 Ganancia Neta: Se obtiene cuando la ganancia alcanzada por la medida de compensación excede al impacto residual.

Continuación Cuadro 6

Caso 1	Caso 2	Caso 3
<p>Sitio seleccionado como un área cercana al punto de impacto, pero sin considerar criterios de SSEE genera 12% de co-beneficios relevantes</p>	<p>Sitio con provisión potencial intermedia: Zona con mayor contribución relativa a los servicios ecosistémicos. La provisión equivalente aumenta al 50%, con co-beneficios moderados.</p>	<p>Sitio del portafolio de restauración optimizado (alta provisión potencial): Combina alta provisión de SSEE, coherencia reglamentaria y buena relación beneficio/costo. Genera 150 % de provisión equivalente de SSEE para compensar el mismo impacto.</p>

Tomando como base los resultados de la modelación de la oferta de SSEE y el portafolio de restauración basado en co-beneficios, es posible comparar las diferencias entre los efectos de la restauración en términos de la ganancia o pérdida de provisión de SSEE en cada caso. Respecto a los servicios totales originales se pierden:

$$\text{Impacto Total} = P_e \times S$$

Donde P_e es el nivel de pérdida en la provisión de SSEE por cada hectárea o unidad de superficie impactada, y S es la superficie total impactada, en hectáreas o la unidad de medida que se corresponda con los indicadores de provisión. Luego, se reconoce para cada sector cuál es su potencial de ganancia proporcional ante una restauración, cuando se hace sobre la misma superficie original, es decir:

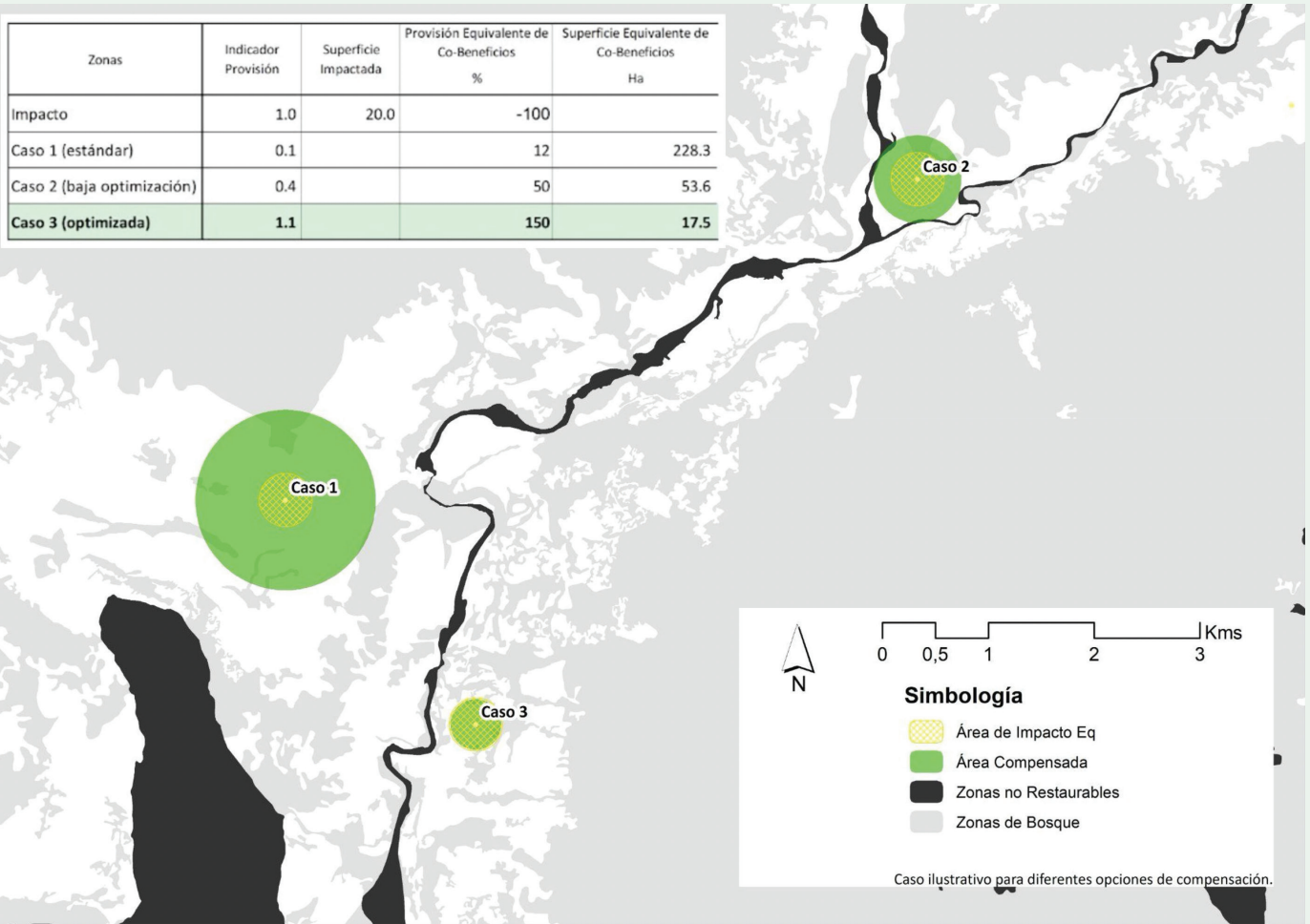
$$\text{Ganancia Total}_i = (G_{a_i} \times S) / (P_e \times S) = G_{a_i} / P_e$$

Donde G_{a_i} es la Ganancia en la provisión de SSEE por cada hectárea o unidad de superficie del sitio i , ante un escenario de restauración en dicho sitio. La Ganancia Total para cada sitio será un valor relativo, interpretable como el porcentaje de provisión alcanzada ante la restauración.

Los resultados, ilustrados en Figura 14, muestran la oportunidad de generar co-beneficios simultáneamente en biodiversidad y en provisión de SSEE.



Figura 14. Sitios de compensación posibles para el ejemplo demostrativo. Dadas las diferencias en la capacidad de provisión y uso de servicios ecosistémicos del territorio, asociadas a los tipos de ecosistemas y a sus características espaciales y funcionales, se ilustran distintas alternativas de sitios de compensación para una misma intervención. Las áreas con achurado amarillo representan una superficie de compensación equivalente en términos de área, mientras que el área verde muestra la superficie requerida en cada sitio para compensar los co-beneficios perdidos en la intervención original, alcanzando una pérdida neta de servicios ecosistémicos igual a cero.



Estrategia de Implementación

La colaboración entre el CCN, NatCap de la Universidad de Stanford y el BID proyectada para los próximos tres años (2026 - 2028), busca **escalar y ampliar los ECN** en la planificación pública, desde la experiencia en la cuenca del Río Bueno hacia una aplicación representativa de la diversidad de Chile.

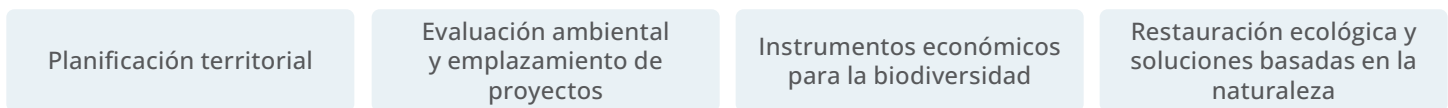
Se ampliará el trabajo a tres **macrozonas del país (norte, centro y sur)**, esperando representar la diversidad ecológica y socioeconómica del país, y

buscará **identificar dónde los servicios ecosistémicos aportan mayor valor a las comunidades y economías locales, incorporando esa información en políticas sectoriales y territoriales a priorizar**, como la planificación ecológica, la evaluación ambiental, entre otras²⁹.

En la Figura 15 se resume el enfoque del proyecto para los próximos 3 años.

Figura 15. Enfoque de la estratégica de escalamiento del proyecto capital natural 2026-2028

Tipos de aplicaciones para los enfoques del capital natural



Componentes de trabajo



Actividad transversal: desarrollo conjunto de capacidades

Se establecerán mecanismos de colaboración y programas de desarrollo de capacidades con instituciones académicas, servicios gubernamentales y redes de práctica profesional, con el fin de sostener el uso a largo plazo de enfoques de capital natural en la toma de decisiones.

En conjunto, esta estrategia busca ampliar los avances del piloto de la cuenca del Río Bueno y proyectarlos a escala nacional, promoviendo una gestión del capital natural más integrada, transparente y operativa.

El marco metodológico desarrollado —que combina modelación biofísica, valoración económica, análisis normativo e integración institucional— es modular y replicable, y permite ajustar parámetros y escalas según las particularidades ecológicas, socioeconómicas y de gobernanza de cada cuenca. Su diseño facilita

actualizar componentes individuales, incorporar otros servicios ecosistémicos, mejorar datos locales o añadir capas normativas sin rehacer el estudio completo, permitiendo que el enfoque evolucione de manera iterativa y siga generando evidencia útil para orientar políticas y decisiones costo-eficientes.

Sobre esta base, el piloto en la cuenca del Río Bueno entrega una **demostración metodológica replicable**, especialmente en para la evaluación y valoración del capital natural, y sus aplicaciones en la aplicación de

29 Hoja Informativa: **Fomento del desarrollo positivo para la naturaleza mediante la integración del capital natural**



instrumentos a nivel territorial. Estos componentes — la lógica de los modelos, los procedimientos y el marco analítico— pueden aplicarse en otras macrozonas manteniendo coherencia metodológica nacional.

Lo que **requiere adaptación territorial** son los insumos que alimentan estas metodologías: la selección de servicios ecosistémicos relevantes en cada región, la disponibilidad y resolución de datos biofísicos y socioeconómicos, la definición de parámetros para construir portafolios optimizados y la **especialización del análisis de los instrumentos de política pública priorizados**, cuyos criterios varían entre reglamentos, como el PROT, el SEIA o los instrumentos del SBAP.

El escalamiento también debe considerar **costos y capacidades institucionales**, combinando la reutilización de modelos desarrollados, con inversiones focalizadas para abordar las brechas de información y fortalecer las capacidades operativas de los servicios públicos nacionales y regionales. De este modo, el proyecto 2026–2028 avanzará hacia **versiones más costo-eficientes, operables e interoperables con**

plataformas institucionales, adecuadas para su réplica en múltiples territorios.

A futuro, el enfoque puede seguir fortaleciéndose, incorporando nuevos tipos de servicios —incluidos los culturales y locales—, avanzando hacia análisis que combinen escalas de cuenca con evaluaciones más finas a nivel predial, e informadas por otros objetivos estratégicos o sectoriales de escalas nacionales, integrando dinámicas temporales y escenarios de cambio climático, y desarrollando métodos que representen mejor las sinergias y co-producción entre servicios ecosistémicos. Asimismo, se pueden complementar los modelos hidrológicos con evaluaciones más detalladas de efectos no lineales, y perfeccionar la estimación de beneficios marginales en procesos de optimización. Estas consideraciones permitirán aumentar la precisión, robustez y aplicabilidad del enfoque en nuevos territorios y políticas. Más detalles sobre estas consideraciones técnicas se presentan en el **Anexo Técnico 1: Dimensión Económica y Espacial**.

Aprendizajes y Recomendaciones

El proyecto piloto en la cuenca del Río Bueno es un ejercicio pionero y demostrativo de la utilidad de ECN para fortalecer la planificación territorial, mejorar la coherencia de las políticas públicas y visibilizar el valor y la dependencia económica y social de la naturaleza. En el marco del proyecto, el sistema de compensaciones de biodiversidad se evaluó respecto a la información técnica (biofísica, económica y espacialmente explícita) necesaria para aportar evidencia útil y aplicable para los organismos públicos encargados de implementar el instrumento, y asegurar que **la información generada por el**

piloto sea pertinente, trazable y operativa dentro de los procedimientos de evaluación ambiental y los mecanismos de compensación de biodiversidad.

Los aprendizajes obtenidos —complementados con los hallazgos de los talleres nacionales— orientan recomendaciones concretas para avanzar hacia una gestión del capital natural más integrada, coordinada y basada en evidencia. Los **Anexos Técnicos 1 económico y espacial** y **Anexo Técnico 2 sobre análisis de instrumentos de política**, contienen recomendaciones más específicas.

Tabla 7. Resumen de los principales aprendizajes y recomendaciones del proyecto

Aprendizaje clave	Recomendación asociada
<p>Importancia de la integración de las dimensiones económica, ecológica e institucional</p> <p>El proceso integró dimensiones antes separadas — ecología, economía y gestión pública—, mostrando que la transdisciplina en la integración del enfoque es esencial para generar resultados y generar evidencia aplicable a contextos complejos.</p>	<p>Promover equipos de trabajo interdisciplinarios que articulen ciencia ecológica, economía ambiental y gestión pública, asegurando que los análisis y modelos se diseñen desde una mirada integral.</p>
<p>Necesidad de operativizar el enfoque</p> <p>Uno de los principales desafíos es llevar ECN a la práctica, transformando los resultados técnicos en instrumentos y criterios que orienten acciones concretas en el territorio (por ejemplo, dónde restaurar, compensar o invertir).</p>	<p>Desarrollar guías y protocolos operativos que vinculen directamente los resultados de ECN con la toma de decisiones de manera práctica y con una bajada territorial, relacionadas con priorización de inversiones y diseño de medidas de compensación.</p>
<p>Escalas y temporalidad de análisis</p> <p>La escala de trabajo influye en la interpretación de resultados; los análisis deben considerar la variabilidad espacial y temporal de los servicios ecosistémicos.</p>	<p>Definir desde el diseño de los proyectos las escalas espaciales y horizontes temporales más apropiados para las metas de una política específica, considerando la heterogeneidad ecológica y socioeconómica, asegurando coherencia con el instrumento.</p>
<p>Coordinación interinstitucional y gobernanza</p> <p>La implementación de ECN requiere coherencia y coordinación entre los niveles de gestión (local, regional, nacional) y entre los instrumentos del SEIA, la ley para la naturaleza y las agendas sectoriales. Persiste una brecha entre la escala ecológica (cuencas) y la administrativa (regiones y comunas).</p>	<p>Fortalecer la coordinación interinstitucional y formalizar espacios de coordinación (SMA–SEA–SBAP) a distintos niveles. Consolidar al CCN como articulador entre los distintos sectores.</p>
<p>Calidad, coherencia y estandarización de la información</p> <p>La precisión de los resultados depende de la calidad de los datos y de la transparencia en los supuestos económicos y espaciales. La información ambiental está dispersa y heterogénea, con falta de georreferenciación, periodicidad y datos sobre el uso y beneficiarios de los servicios ecosistémicos.</p>	<p>Desarrollar protocolos comunes sobre estándares de datos, trazabilidad y análisis de sensibilidad. Avanzar hacia un sistema nacional interoperable que incluya información sobre capital natural con datos integrados.</p>
<p>Guías y métricas comunes</p> <p>El SBAP es el responsable de liderar la elaboración de métricas y guías estandarizadas para cuantificar impactos residuales y ganancias de biodiversidad a nivel de microcuenca y predial (suelo, vegetación).</p>	<p>Avanzar en el desarrollo de las guías y protocolos de monitoreo y verificación de los planes de compensación, destacando los ecosistemas marinos y costeros que aún no tienen guías para la evaluación de impactos ni medidas de compensación.</p>



Aprendizaje clave

Recomendación asociada

Integración de instrumentos económicos y eficiencia de recursos

Los mapas de valor económico, alineados con información ecológica y normativa, facilitan la orientación de inversiones y priorización de áreas costo-eficientes para restauración o compensación.

Incorporar el capital natural en instrumentos financieros y presupuestarios, fomentando incentivos verdes, mecanismos de compensación costo-efectivos y esquemas de restauración.

Capacidades técnicas y aprendizaje continuo

El trabajo conjunto entre NatCap, el CCN y las instituciones nacionales ha contribuido a fortalecer competencias en modelación, valoración y apropiación del enfoque. El proceso evidenció la necesidad de aprendizaje continuo y validación iterativa para sostener el enfoque en el tiempo.

Consolidar programas de formación y acompañamiento técnico de aprendizaje continuo. Establecer una comunidad de práctica nacional que mantenga la colaboración entre actores, actualice metodologías y acompañe el proceso de escalamiento de ECN a nivel territorial, estableciendo mecanismos de colaboración permanentes entre equipos científicos con el CCN. Impulsar una red nacional de investigación aplicada.

Comunicación y apropiación social del enfoque

Visibilizar el valor de la naturaleza y su relación con el bienestar genera legitimidad y favorece la adopción de ECN en la gestión pública.

Desarrollar una estrategia de comunicación y educación que destaque la utilidad práctica de la integración del enfoque en políticas específicas.

Modularidad de los ECN

Para diversos componentes del capital natural, Chile ya cuenta con una base de información, y capacidad institucional y científica sólida para caracterizar los ecosistemas y sus servicios de manera sistemática y a escalas relevantes para toma de decisiones. Existen a su vez componentes sobre los cuales es necesario desarrollar líneas de investigación y monitoreo.

Implementar una hoja de ruta modular, con programas de mediano y largo plazo para expandir el dominio de evaluación y valoración de servicios ecosistémicos, y los beneficios percibidos en la economía y la actividad humana.

El proyecto piloto en la cuenca del Río Bueno demuestra que la aplicación de los ECN permite integrar información biofísica, económica, espacial y normativa de manera coherente y operativa, generando y sintetizando evidencia técnica en una herramienta práctica para la toma de decisiones públicas.

Los productos desarrollados permiten comparar alternativas, priorizar intervenciones territoriales y orientar acciones de gestión que conectan marcos públicos y privados, facilitando la implementación de instrumentos de política pública —como las compensaciones de biodiversidad— de forma más transparente, costo-eficiente y basada en evidencia.

orientar inversiones públicas y privadas y respaldar técnicamente decisiones territoriales complejas, reduciendo costos de oportunidad y fortaleciendo la coherencia entre objetivos ambientales, económicos y sociales. Más allá de los resultados específicos de proyecto piloto, la metodología desarrollada es replicable y adaptable a otros contextos territoriales, ofreciendo una base sólida para escalar la integración del capital natural en la planificación, la inversión y la gestión pública a nivel nacional, y avanzar hacia un desarrollo más sostenible, resiliente y alineado con el bienestar de las personas y la naturaleza.

En la práctica, este enfoque contribuye a definir dónde focalizar los esfuerzos de restauración,

Lea más información y acceda a los apéndices del informe en esta página del proyecto: <http://bit.ly/3PsChile>.



<http://www.iadb.org>

Copyright © 2026 Banco Interamericano de Desarrollo («BID»). Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deben cumplir los términos y condiciones indicados en el enlace URL y se debe otorgar el reconocimiento correspondiente al BID.

Además de lo dispuesto en la sección 8 de la licencia anterior, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan en virtud de dicha licencia se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse de manera amistosa se someterá a arbitraje de conformidad con el Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Comercio Internacional. El uso del nombre del BID para cualquier fin que no sea la atribución, así como el uso del logotipo del BID, estarán sujetos a un acuerdo de licencia por escrito entre el BID y el usuario y no están autorizados como parte de esta licencia.

Tenga en cuenta que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integrante de esta licencia.

Las opiniones expresadas en este trabajo son las de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, su Directorio Ejecutivo o los países que representan.

