

## ESTRATEGIAS DE MANEJO DE BOSQUES RIBEREÑOS Y DE QUEBRADAS PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS DE LAS ACTIVIDADES SILVOAGROPECUARIAS





*Río Chaihuín Parque Nacional Alerce Costero, Corral, Región de los Ríos. Foto Enrique Cruz Tagle*

Citar este documento como: Cruz-Tagle, E. , Lara A., Becerra-Rodas C. Estrategias De Manejo De Bosques Ribereños Y De Quebradas Para Minimizar Los Impactos De Las Actividades Silvoagropecuarias. Fundación Centro de los Bosques Nativos Forecos. Proyecto Impacto de la ganadería y la tala sobre los bosques nativos de conservación y el servicio ecosistémico de calidad de agua a escala de cuencas financiado por el Fondo de Investigación de Bosque Nativo 020/2016,

Proyecto Impacto de la ganadería y la tala sobre los bosques nativos de conservación y el servicio ecosistémico de calidad de agua a escala de cuencas financiado por el Fondo de Investigación de Bosque Nativo 020/2016, de la Corporación Nacional Forestal CONAF.

Más información en [www.forecos.cl](http://www.forecos.cl)

Fundación Centro de los Bosques Nativos Forecos 2020



## Contenido

Introducción .....	4
Fundación Centro de los Bosques Nativos Forecos .....	5
Riberas, Bosques ribereños y servicios ecosistémicos .....	5
¿Qué son los bosques ribereños? .....	5
¿Qué son los Servicios Ecosistémicos? .....	7
¿Los bosques nativos nos proveen de servicios ecosistémicos? .....	9
¿Cuáles son los servicios ecosistémicos de los bosques ribereños? .....	9
¿Cómo aportan los bosques nativos a la calidad de agua? .....	11
¿Qué es la cuenca y que significa el manejo integrado de cuencas? .....	12
¿Cuál es la relación entre las cuencas, los bosques nativos y los Comités de Agua Potable Rural (APR)? .....	14
¿Qué pasa cuando realizamos actividades productivas tales como la ganadería y la tala en bosques ribereños y de quebradas? .....	15
Impactos en el bosque .....	15
Impactos al suelo y cauces .....	18
Impactos a la calidad de agua .....	18
Impactos integrados .....	21
Estrategias de conservación, manejo y restauración de bosques ribereños y de quebradas .....	22
Estrategia de Manejo integrado de cuencas .....	22
Diagnóstico de la condición y amenazas de los cauces y cabecera de cuenca .....	24
Estrategias de conservación, restauración y manejo de los bosques ribereños .....	26
Estrategias de manejo ganadero para la protección de cauces y bosques ribereños .....	27
Instrumentos de financiamiento y costos .....	29
Bibliografía de interés .....	31
Referencias .....	32

## Introducción

Los bosques de ribera o bosques asociados a cauces son fundamentales para la provisión de servicios ecosistémicos como la provisión de agua en mayor cantidad y calidad que otros ecosistemas de ribera. Estos son reconocidos por la Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal (ley 20.283) como parte de los bosques de conservación y protección, y el Reglamento de Suelo, Agua y Humedales, busca protegerlos y fija restricciones respecto al uso de las fajas de bosques ribereños ubicados a cierta distancia de los cursos de agua y de los cuerpos de agua tales como lagos y lagunas. Los bosques ribereños son zonas de interfaz entre un ecosistema acuático y terrestre, cumpliendo un rol fundamental en la mitigación de desastres naturales como inundaciones. Los ecosistemas nativos del sur de Chile han sido modificados drásticamente en los últimos 200 años, proceso que se mantiene hasta el día de hoy por efecto de las actividades antrópicas tales como la deforestación, las intervenciones forestales, la ganadería y los incendios forestales afectando la biodiversidad, la provisión de servicios ecosistémicos y nuestra capacidad para adaptarnos al cambio climático. Por ello, Fundación Centro de los Bosques Nativos Forecos realizó el proyecto "Impacto de la ganadería y la tala sobre los bosques nativos de conservación y el servicio ecosistémico de calidad de agua a escala de cuencas financiado por el Fondo de Investigación de Bosque Nativo 020/2016, de la Corporación Nacional Forestal CONAF. Dicho proyecto tuvo por objetivo "Determinar y evaluar los impactos de la ganadería y las intervenciones madereras sobre los bosques de conservación en áreas ribereñas definidos por la ley 20.283 y el servicio ecosistémico de calidad de agua a escala de cuenca".

Los resultados de este proyecto señalan que existen impactos significativos de la ganadería sobre la regeneración de ciertas especies y que además existen impactos significativos respecto al impacto en la calidad de agua en nutrientes nitrogenados por parte de la ganadería, en conjunto con un aumento en las concentraciones de fósforo y carbono. Por otra parte, los resultados de este proyecto ratifican, lo ya descrito por diversos autores respecto a la presencia extendida de la ganadería en los bosques del sur de Chile, incluyendo los bosques de conservación o bosques ribereños. Proponemos reconocer el uso ganadero de los bosques de manera explícita en la Ley de Bosque Nativo y sus reglamentos con el objetivo de regular dicha actividad, establecer incentivos y herramientas para generar mejores prácticas de manejo del bosque nativo y proteger a la vez servicios ecosistémicos como la provisión de agua en cantidad y calidad. La tala selectiva parece ser una práctica de menor importancia en los bosques de conservación; sin embargo, esto no significa que esté ausente. Nuestros resultados también señalan que hay evidencias preliminares de la efectividad de las acciones de conservación como cercar y restaurar para la mitigación o recuperación de servicios ecosistémicos como la calidad de agua, lo que invita a seguir investigando si estos efectos son significativos de maneja más extensiva.

El objetivo de este manual es entregar conocimientos que permitan a los propietarios de las zonas rurales y otras personas interesadas

- 1) Reconocer los bosques ribereños y los múltiples valores que posee para la provisión de agua en calidad y cantidad
- 2) Comprender la importancia del manejo integrado de cuencas
- 3) Entender los impactos de las actividades ganaderas y la tala en los cauces y calidad del agua



- 4) Aprender cómo se puede disminuir el impacto de estas actividades y restaurar las riberas
- 5) Conocer las herramientas e incentivos disponibles para lograr realizar actividades de conservación y restauración de la vegetación ribereña.

## Fundación Centro de los Bosques Nativos Forecos

Fundación Centro de los Bosques Nativos Forecos, es una Organización Sin Fines de Lucro, nacida en 2002, a partir del Núcleo Científico Milenio FORECOS desarrollado por la Universidad Austral de Chile a partir del año 2020. FORECOS tiene por objetivo la conservación de la biodiversidad y el patrimonio natural y su patrimonio cultural asociado, con especial énfasis en los ecosistemas de bosque nativo, ribereños y humedales. Es un grupo de excelencia científica dedicado al estudio de los servicios ecosistémicos de los bosques y otros ecosistemas, educación ambiental, difusión de la ciencia, conservación, restauración, protección de los ecosistemas y custodia de la conservación. Investigaciones y proyectos de FORECOS han permitido fortalecer el conocimiento de los Servicios Ecosistémicos de los Bosques Nativos, especialmente en cuanto al aporte en cuanto a la cantidad y calidad de agua, fundamental para las comunidades rurales y urbanas del sur de Chile.

## Riberas, Bosques ribereños y servicios ecosistémicos

---

### ¿Qué son los bosques ribereños?

#### *Cauces y vegetación ribereña*

Las riberas son todas las zonas que están conectadas a cauces y cuerpos de agua. Los cauces son todas aquellos cursos de agua delimitados por riberas definidas ríos, esteros y quebradas permanentes y no permanentes, mientras que los cuerpos de agua son todos los lagos, lagunas y humedales.



*Cuenca proveedora de agua potable Chaihuín y Huiro, Reserva Costera Valdiviana, Corral, Región de los Ríos. Foto Enrique Cruz T.*

Los bosques ribereños son aquellos que se encuentran directamente alrededor de los cauces y cuerpos de agua como lagos, humedales, ríos y quebradas. Originalmente la mayoría de la vegetación de ribera eran bosques nativos, sin embargo, en la actualidad gran parte de éstos se encuentran cubiertos por praderas, matorrales y plantaciones forestales.

#### *Definición Legal*

Los bosques ribereños y de quebradas según la Ley Sobre Recuperación Del Bosque Nativo y Fomento Forestal<sup>1</sup> (Ley. Núm 20.283) corresponderían a:

---

“bosques nativos de conservación y protección” , estos son todos los bosques ubicados a menos de doscientos metros de manantiales, cuerpos o cursos de aguas naturales y están destinados al resguardo de estos recursos hídricos”

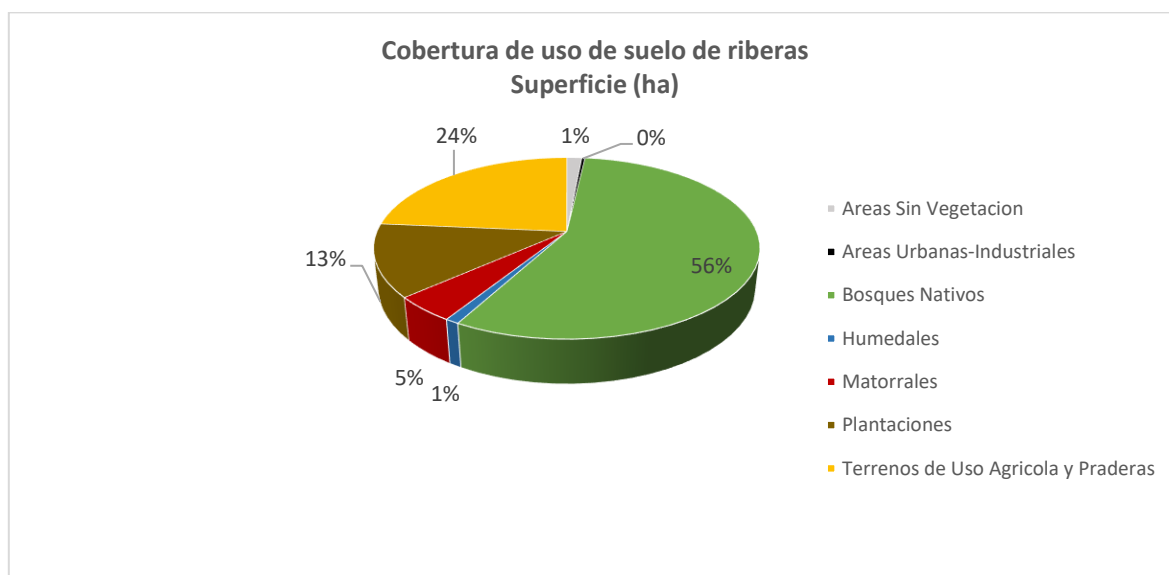
---

*A diferencia de otros bosques nativos no tienen un tamaño mínimo, por lo que incluye a bosques de menos de media hectárea.*

#### *Bosques ribereños y de quebrada en la región de Los Ríos*

A nivel mundial se incluye a los Bosques Templados de Chile y Argentina dentro de las 238 regiones del globo que debieran ser conservadas con mayor prioridad por su importante y singular contribución a la Biosfera. Esta alta riqueza biológica y endemismos, sumado a su alto grado de amenaza han nominado a esta región ecológica como uno de los 34 *hotspots* de biodiversidad del planeta<sup>2</sup>.

Tomando la definición de los bosques de conservación y protección en la Región de Los Ríos las riberas de ríos y quebradas se encuentran cubiertas principalmente por bosques nativos, terrenos de uso agrícola y praderas, plantaciones forestales y bosques nativos. Siendo principalmente bosques del tipo forestal Roble-Raulí Coihue, Coihue Raulí Tepa, y Siempre Verde<sup>3</sup>.



Los bosques ribereños de la región de Los Ríos se encuentran dominados principalmente por especies del bosque siempreverde, especialmente por árboles que resisten las condiciones de humedal y sombra propia de las quebradas y orillas de río, formando en ocasiones bosques inundados o hualves. La principal familia de especies presente en este tipo de bosques son las mirtáceas,

Los resultado de este estudio señalan que las especies de árboles más comunes presentes en este tipo de bosques en la región de Los Ríos son las siguientes.

Cordillera de la costa 20 especies de árboles	Depresión intermedia 25 especies de árboles	Cordillera de los Andes 25 especies
Arrayán ( <i>Luma apiculata</i> <sup>1</sup> ) Tapa ( <i>Laureliopsis phillipiana</i> ) Canelo ( <i>Drymis winteri</i> ) Olivillo ( <i>Aetoxicum punctatum</i> ) Chinchin ( <i>Myrceugenia parvifolia</i> ) Pitra ( <i>Myrceugenia planipes</i> ).	Pitra ( <i>Myrceugenia planipes</i> ). Temo ( <i>Blepharocalyx cruckshanskii</i> ) Roble ( <i>Nothofagus oblicua</i> ) Canelo ( <i>Drymis winteri</i> ) Ulmo ( <i>Eucryphia cordifolia</i> ) Tapa. ( <i>Laureliopsis phillipiana</i> )	Tiaca ( <i>Caldcluvia paniculata</i> ) Coigüe ( <i>Nothofagus dombeyi</i> ) Arrayán ( <i>Luma apiculata</i> ) Tapa ( <i>Laureliopsis phillipiana</i> ) Raulí ( <i>Nothofagus nervosa</i> ) Trevó ( <i>Dasyphyllum diacanthoides</i> )



Arrayán (*Luma apiculata*)



Tapa (*Laureliopsis phillipiana*)



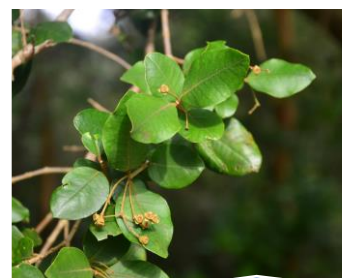
Canelo (*Drymis winteri*)



Tiaca (*Caldcluvia paniculata*)



Pitra (*Myrceugenia planipes*)



Temo (*Blepharocalyx cruckshanskii*)

## ¿Qué son los Servicios Ecosistémicos?

Los servicios ecosistémicos son todos los beneficios directos e indirectos que proveen los ecosistemas a las personas y la sociedad, influyendo en la vida de la humanidad de distintas maneras.

Estos se generan a través de procesos que ocurren en los ecosistemas gracias a la interacción de sus componentes como suelos, plantas, animales y microorganismos llamados funciones de los

<sup>1</sup> Todas las especies de flora y fauna poseen un nombre común (Ej. Arrayán), el que puede variar por regiones, localidades y un nombre científico (*Luma apiculata*), escrito en latín, cuyo objetivo es definir un nombre único que debe ser utilizado en todo el mundo y en cualquier idioma para evitar confusiones.

ecosistemas, como la fotosíntesis y captura de carbono, la intercepción de agua de lluvia, la polinización o el ciclo de nutrientes. Estas funciones generan un bienestar a las personas, como por ejemplo la provisión de buena calidad y cantidad de agua para una comunidad rural, regulación del microclima y la producción de biomasa vegetal, esto es lo que se conoce como servicios ecosistémicos. Éste, es un enfoque centrado en el ser humano, que permite cuantificar y valorar social y económicamente el aporte de los ecosistemas a la sociedad. Es importante tener en cuenta que las actividades de las personas y sus impactos como el cambio climático afectan las funciones ecosistémicas y por ende los servicios ecosistémicos y los beneficios que recibimos de estos<sup>4</sup>.



*Enfoque conceptual de los servicios ecosistémicos de Fundación Forecos (Fuente: Little y Lara 2014)*

Los servicios ecosistémicos, se pueden clasificar en 4 categorías.

- **Provisión o abastecimiento** que son los productos o beneficios materiales obtenidos de la naturaleza, como alimentos, madera, fibras o leña.
- **Regulación:** son los beneficios obtenidos por la regulación de procesos hacen posible o mejoran nuestra vida como regulación del clima, la polinización, control de plagas, fertilidad del suelo o purificación del agua.
- **Culturales:** son valores o beneficios no materiales como la recreación, la reflexión, el desarrollo espiritual e intelectual, las relaciones sociales, estética del paisaje y valores culturales.
- **Soporte.** Son los necesarios para el funcionamiento del ecosistema (ej. Biodiversidad y producción primaria), generando las condiciones adecuadas para que otras especies como hongos, plantas, insectos o animales puedan residir y reproducirse, creando el hábitat que sustentan la biodiversidad de especies.



### ¿Los bosques nativos nos proveen de servicios ecosistémicos?

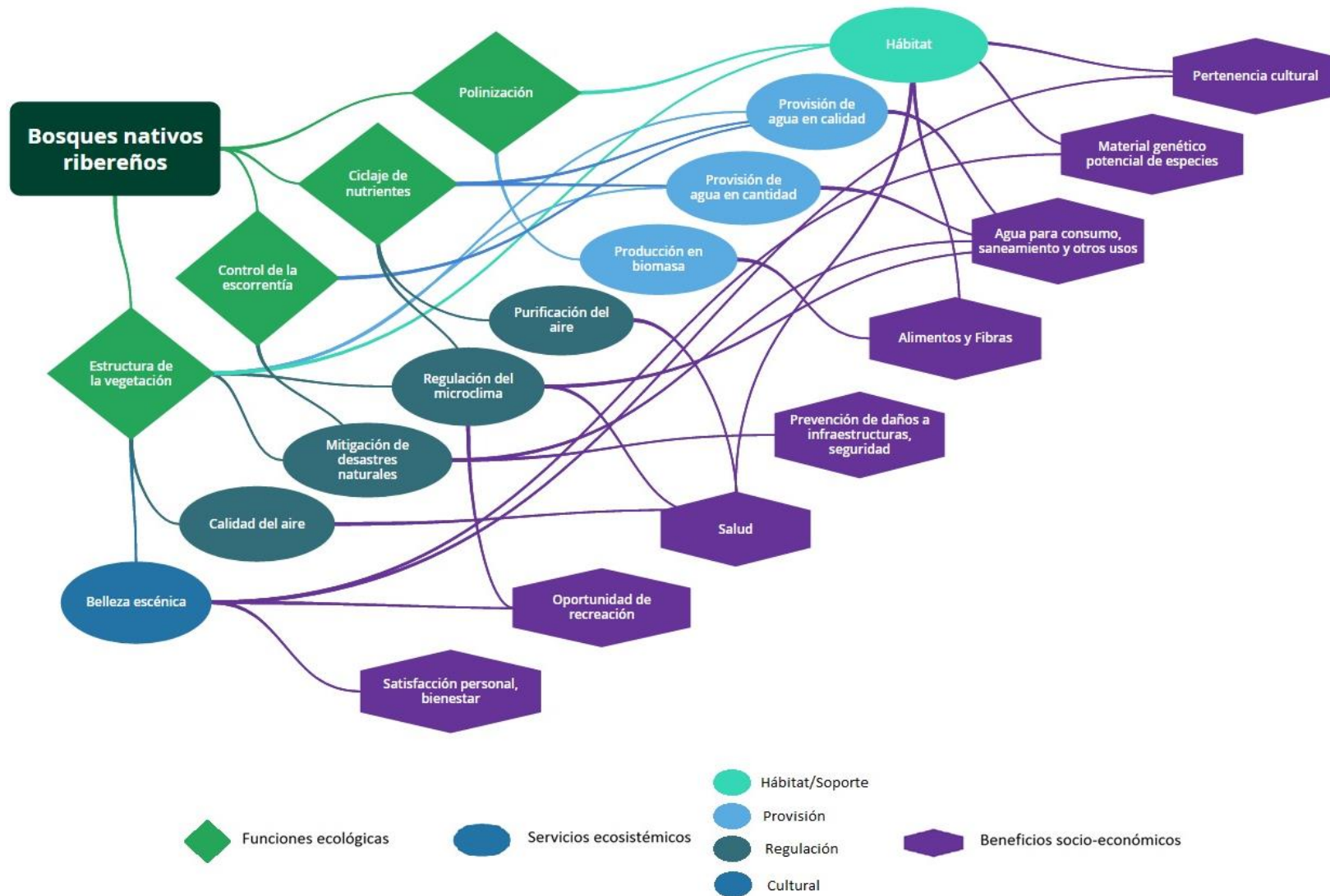
Si! Los bosques nativos proveen servicios ecosistémicos fundamentales para sociedad, distintos a la producción de madera como la purificación del aire, nutrientes del suelo, productos forestales no madereros como hongos y avellanas, suministro y calidad de agua en cantidad y calidad, hábitat para otras especies, como aves, mamíferos, anfibios, insectos y otros invertebrados e incluso servicios ecosistémicos culturales como hierbas medicinales o lugares alto de valor estético, turístico, recreativo o espiritual (por ejemplo sitios icónicos, o aquellos para la realización de ritos o con un significado para determinadas creencias) .

### ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos de los bosques ribereños?

Los bosques ribereños son fundamentales para la provisión de servicios ecosistémicos como la provisión de agua en mayor cantidad y calidad que otros ecosistemas de ribera. A la vez, al ser zonas de interface entre un ecosistema acuático y terrestre, cumplen un rol fundamental en la mitigación de desastres naturales como crecidas e inundaciones<sup>5</sup>.



*Hualve inundado en estero Rucaquilen, Paillaco, región de Los Ríos. Fotografía Enrique Cruz.*



Funciones ecológicas y servicios ecosistémicos de los bosques nativos ribereños vinculados a los bienestar humano<sup>6</sup>



### ¿Cómo aportan los bosques nativos a la calidad de agua?

La regulación de la calidad de agua es uno de los principales servicios ecosistémicos que provee el bosque nativo y en particular los bosques nativos ribereños y de quebrada.



Las copas árboles, arbustos y hierbas interceptan el agua de lluvia la que cae lentamente y con menor fuerza desde sus hojas o deslizándose por sus troncos hasta el suelo poco a poco.

La presencia de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, y la hojarasca, ramas y troncos caídos que cubren el suelo, disminuyen la velocidad y energía del agua que fluye por la pendiente, atrapan sedimentos, disminuyendo la erosión del suelo y el aporte de sedimentos y contaminantes provenientes de faenas agrícolas, forestales u otras actividades antrópicas a los cursos de agua.

Los suelos de los bosques nativos son más porosos y menos compactados absorben más rápidamente el agua, y las raíces actúan como verdaderas tuberías que facilitan la infiltración del agua al suelo. Además las raíces presentes en las riberas de los ríos mejoran la estructura del suelo,

haciéndolos más resistentes a la erosión hídrica por efecto directo del agua que fluye por el cauce. De esta forma, estabiliza las riberas, terrazas y bancos ribereños, haciéndolos más resistentes a las perturbaciones tales como las inundaciones

El flujo de nutrientes hacia los cursos de agua, como nitrógeno y fósforo es reducido por la vegetación ribereña, ya que éstos son atrapados por las plantas y utilizados para su crecimiento. El exceso de estos nutrientes en el agua, llamada eutrofización, puede causar el crecimiento de algas tóxicas afectando la calidad de agua e incluso constituyendo un riesgo para la salud de las personas y los animales.

El nitrógeno disuelto y el fósforo son importantes indicadores del efecto del uso de suelo en la calidad del agua, especialmente en ecosistemas con baja contaminación atmosférica. En el caso de los nitratos presentes en el suelo, así como en los flujos hídricos superficiales y subsuperficiales sobre las laderas, se ha detectado que hasta un 40% a un 90% de éstos pueden ser removidos, y ser incorporados al agua de esteros y ríos, ocasionando los

problemas de excesos de nutrientes que han sido explicados. Es decir se genera un doble problema en que los suelos disminuyen su fertilidad y esos nutrientes exportados desde las laderas y que llegan hasta los cauces disminuyen la calidad del agua. Las buenas prácticas agrícolas, ganaderas y forestales en las laderas y el ancho de los bosques ribereños son la clave para evitar estos procesos y mantener la calidad del agua de ríos y esteros. Para el fósforo se ha detectado importantes disminuciones de estas retenciones de hasta un 80 a 90% en áreas ribereñas mayores a 50 m de ancho. Los bosques nativos del sur de Chile han demostrado ser muy eficientes en la retención de nutrientes como amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrito ( $\text{NO}_3^-$ ). Estudios realizados en condiciones de ausencia de tala y ganadería en cuencas forestadas de la región de Los Ríos han determinado que el contenido de nitrógeno inorgánico disuelto disminuye a medida que aumenta el ancho de los bosques nativos de conservación.

Las áreas ribereñas en buena condición y con una ancho suficiente (al menos 30 metros) reducen la entrega a los ríos de contaminantes provenientes de la agricultura o zonas de pastoreo aledañas<sup>7</sup>.

### ¿Qué es la cuenca y que significa el manejo integrado de cuencas?

La cuenca hidrográfica es un territorio que capta las aguas de lluvia transportándola hacia un mismo cauce como una quebrada o estero. Es importante entender este concepto porque nos permite comprender que lo que ocurre en un predio o territorio aguas arriba influye en la cantidad y calidad de las aguas abajo.

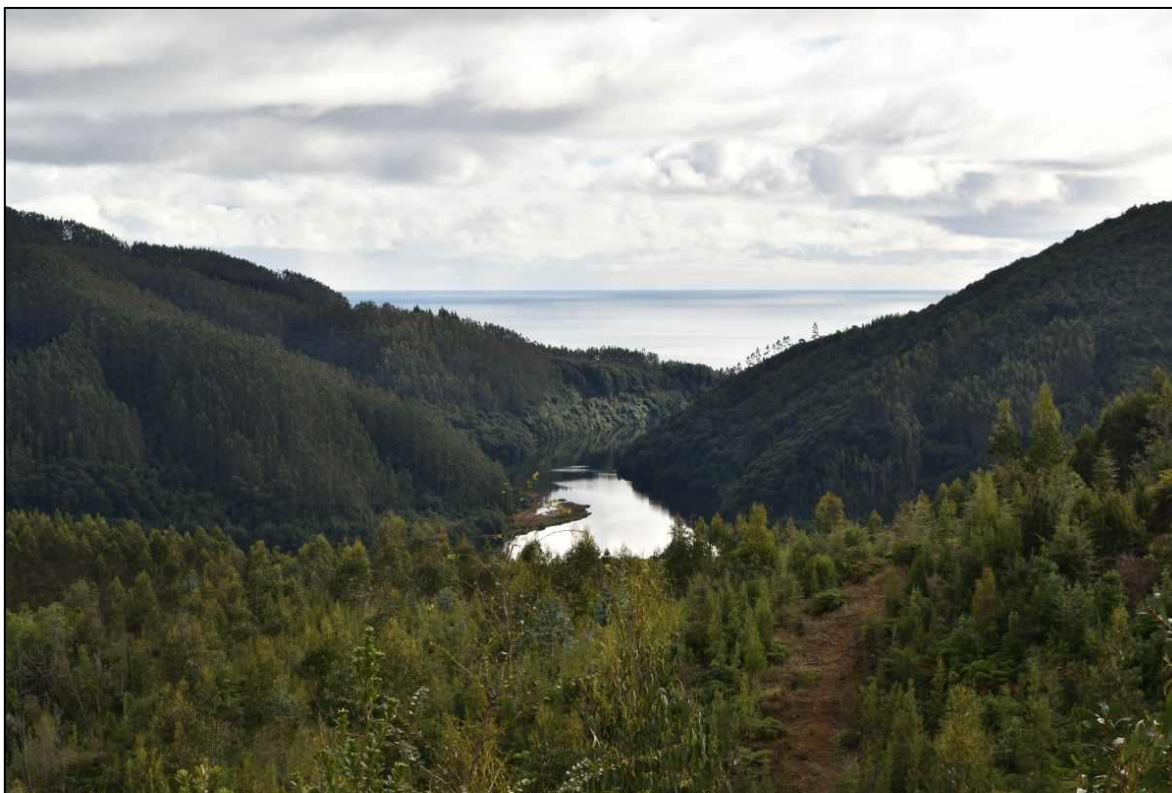


Ilustración de cuenca ([learnsciencewhackus.blogspot.com](http://learnsciencewhackus.blogspot.com))

El manejo integrado de cuencas es la integración de diversos usos de suelo y propietarios de predios para realizar buenas prácticas de silvoagropecuarias y manejo de sus predios de



manera de mantener la cantidad y calidad de agua que fluye de los esteros y ríos de la cuenca. Estas buenas prácticas permiten además mejorar la biodiversidad, coordinar acciones contra amenazas como incendios, especies invasoras o el efecto de las sequías, y mejorar la resiliencia y capacidad de los ecosistemas y de las comunidades locales a adaptarse a los efectos del cambio climático. Al planificar y gestionar los predios y territorios a escala de cuenca tenemos una noción clara de lo importante que es la conectividad generada por el agua en su proceso de escorrentía (flujo del agua), tanto **superficial** (sobre el suelo a lo largo de las laderas), **subsuperficial** (en los primeros 5-10 cm del suelo) como **subterráneo** (a través del suelo y de la napa freática) desde la parte alta a la más baja de una cuenca hidrográfica<sup>8</sup>. Los usos del suelo y las actividades agropecuarias que hacemos en la parte alta de la cuenca (y cómo las hacemos, por ejemplo con una carga animal adecuada o sobrepastoreando, arando terrenos de pendiente excesiva en lugar de dedicarlos a la actividad ganadera o forestal) impactan en la calidad y cantidad de agua en las zonas más bajas de los esteros y ríos ubicados en la misma o en otras cuencas, generándose un efecto en cadena. Por ello, es fundamental que conozcamos la cuenca, quienes habitan allí y ejecutar acciones coordinadas de planificación y gestión predial con los/las propietarios/as.



*Cuenca del Río Chaihuín las lluvias que caen en esta cuenca fluyen por los quebradas al río Chaihuín que desemboca en el mar.*

### ¿Cuál es la relación entre las cuencas, los bosques nativos y los Comités de Agua Potable Rural (APR?)

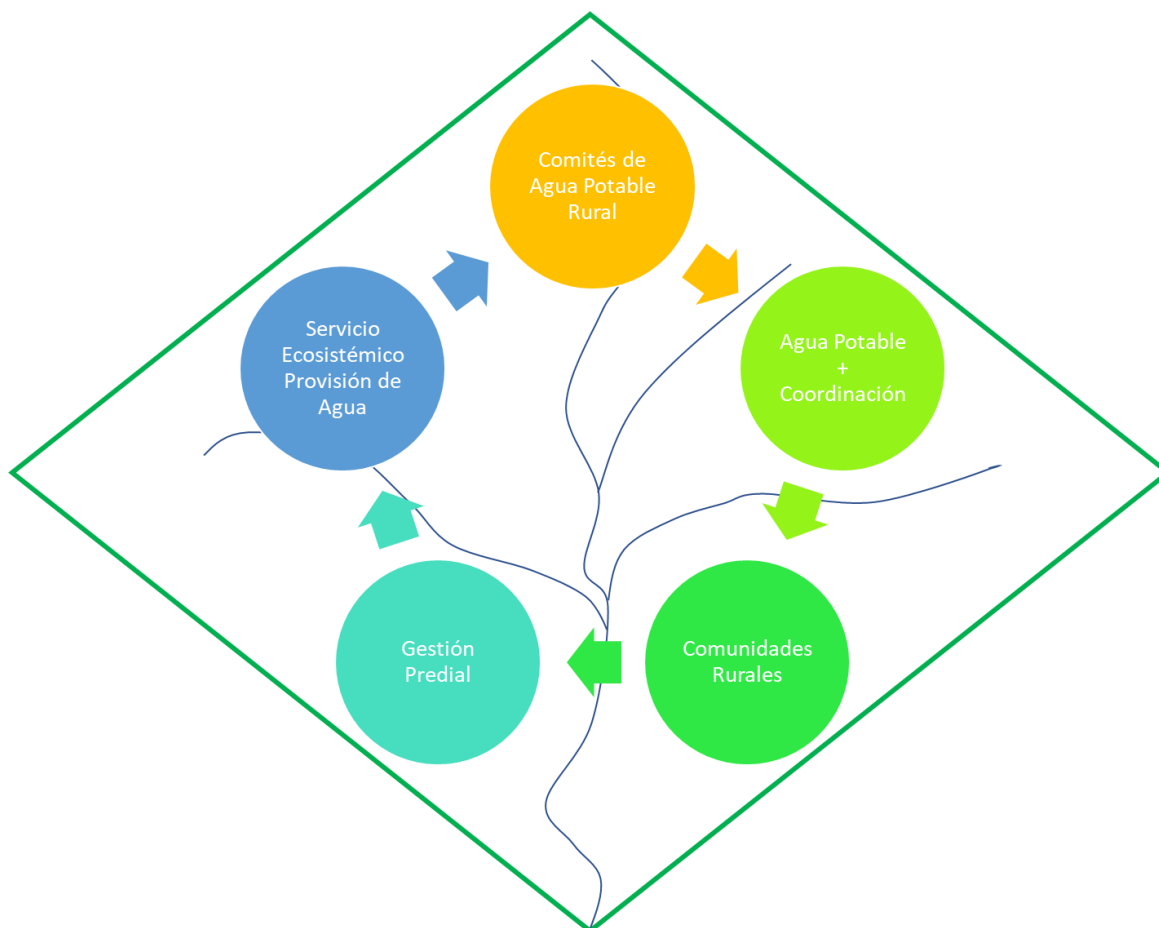
Históricamente las áreas rurales de Chile han carecido de servicios de provisión de agua potable a través de empresas sanitarias. Tradicionalmente el abastecimiento de agua ha sido tradicionalmente de vertientes, esteros, norias o pozos que usa cada familia con una captación cercana a su vivienda y demás instalaciones.

En los últimos años se ha acumulado en Chile evidencia científica robusta, respecto a cómo el uso del suelo presente en las cuencas, afecta directamente la cantidad y calidad del agua que administran los CAPR, determinando no sólo la provisión de este elemento, sino que también las oportunidades de generar actividades productivas en estas localidades, las que influyen directamente en la calidad de vida de sus habitantes<sup>9</sup>

Ante esta desafiante situación, los Comités de Agua Potable Rural (APR) han ido cobrando una gran importancia en los últimos años, como una solución en la cual los habitantes de una determinada localidad rural se agrupan como organización funcional con personalidad jurídica para asegurar un sistema colectivo de abastecimiento de agua potable en cantidad, regularidad y calidad. Estos comités son reconocidos por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, donde los APR pueden postular y acceder a recursos para el diseño, construcción y equipamiento de las obras necesarias, los que se complementan con recursos propios, de las Municipalidades y de otras fuentes.

Es por ello que la gestión integrada del territorio a través de la cuenca es clave para lograr acuerdos que beneficien a las comunidades rurales como un todo. La gestión integrada de cuencas permite gestionar el territorio y el agua como una unidad, respetando las conexiones que ocurren en forma natural entre los distintos usos del territorio, los ecosistemas, las personas y el flujo de nutrientes, sedimentos y contaminantes.

*La gestión integrada de cuencas se define como “un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinada del agua, tierra y recursos relacionados, de modo de maximizar el bienestar económico y social resultante, de forma equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales”<sup>10</sup>.*



*Gestión integrada de cuencas hidrográficas (Elaboración propia)*

### ¿Qué pasa cuando realizamos actividades productivas tales como la ganadería y la tala en bosques ribereños y de quebradas?

En Chile el bosque nativo ha sido tradicionalmente usado como refugio y fuente de forraje para el ganado, utilizando de manera extensiva zonas marginales para la agricultura y actividad forestal, lo que se conoce como ganadería extensiva de bosques lo que se asocia muchas veces a las veranadas o invernadas<sup>11 12</sup>. En zona de ganadería intensiva en praderas el ganado también ingresa a los remanentes de bosques ribereños y de quebradas en búsqueda de refugio ante las precipitaciones, bajas y altas temperaturas de verano, o para acceder a fuentes de agua y forraje. En ambos tipos de manejo ganadero, intensivo y extensivo, la actividad ganadera en los bosques impacta la vegetación, el suelo, los cauces hídricos y la calidad del agua.

#### Impactos en el bosque

Unos de los impactos directos del ganado en este tipo de ecosistemas son el pisoteo, frotación y ramoneo sobre la regeneración de nuevas plantas del bosque. El ramoneo o forrajeo genera daño y destrucción en las plántulas del bosque, impidiendo la regeneración y renovación del bosque llevando a su envejecimiento en largo plazo. Lo mismo ocurre con la frotación contra troncos y ramas y consumo de cortezas lo que provoca daños en árboles

adultos. El ganado afecta a todas las especies, pero especialmente a especies como Tapa, Laurel, Canelo, Avellano, Mañío, y Olivillo. También favorecen la dispersión de semillas de especies invasoras herbáceas y arbustivas como la zarzamora y espinillo. A la vez afectan la cobertura de hierbas, arbustos y helechos del sotobosque, exponiendo los suelos y disminuyendo la presencia de hojarasca, lo cual favorece la erosión <sup>13 14</sup>.



*Bosque ribereño en lago Ranco. El acceso permanente del ganado no permite la regeneración del bosque ni la presencia de sotobosque. Foto: Enrique Cruz T.*

La tala selectiva va cortando los árboles en mejores condiciones, dejando los de menor valor maderero, aquellos defectuosos así como los más débiles, viejos o enfermos. Dependiendo de la intensidad de la tala esto afectará también la diversidad de especies vegetales y animales presentes en el bosque, la temperatura y humedad, cambiando las condiciones del sitio para que el bosque se regenere y facilitando el establecimiento de plantas invasoras.





*Tala de bosques de conservación y protección de cauces. Fotografía Enrique Cruz T.*

Tanto tala selectiva y sobre todo la ganadería o la combinación de ambos contribuyen a reducir la regeneración del bosque nativo, disminuye la cantidad de hojarasca y ramas y troncos caídos en la superficie del suelo y erosionan el suelo. Lo anterior determina que el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento de agua por las laderas y cauces arrastre mayor cantidad de sedimentos, nutrientes del suelo y restos de fecas hacia las quebradas y ríos.



Ramoneo de arrayán



Pisoteo de ladera de quebrada



Frotación y consumo de cortezas

### Impactos al suelo y cauces

Las patas del ganado vacuno en el barro genera un alto impacto en el suelo ya que concentran muchos kilos en una superficie muy pequeña. Así, el ganado afecta directamente a los suelos ya que aumenta su compactación, disminuyendo la infiltración e incrementando el volumen de agua que escurre superficialmente por las laderas hacia los cauces de esteros y ríos, lo que se ve aumentado por la ausencia de bosques y matorrales nativos. Además, el pisoteo del ganado genera una mayor erosión en las laderas y en los cauces, aumentando la cantidad de barro en el cauce, la concentración de sedimentos y turbidez del agua<sup>15</sup>.



Cauce pisoteado



Cauce con Fango



Erosión del banco ribereño

### Impactos a la calidad de agua

La tala de los bosques ribereños genera la pérdida de las funciones y servicios ecosistémicos de estos ecosistemas. Al talar árboles o eliminar toda o parte de la cobertura de bosques en las riberas, afectamos las condiciones microclimáticas del cauce aumentando la cantidad de radiación solar incidente y la temperatura del agua. Esto sumado a la mayor cantidad de nutrientes disponibles aumenta la proliferación de algas que disminuyen la calidad del agua.



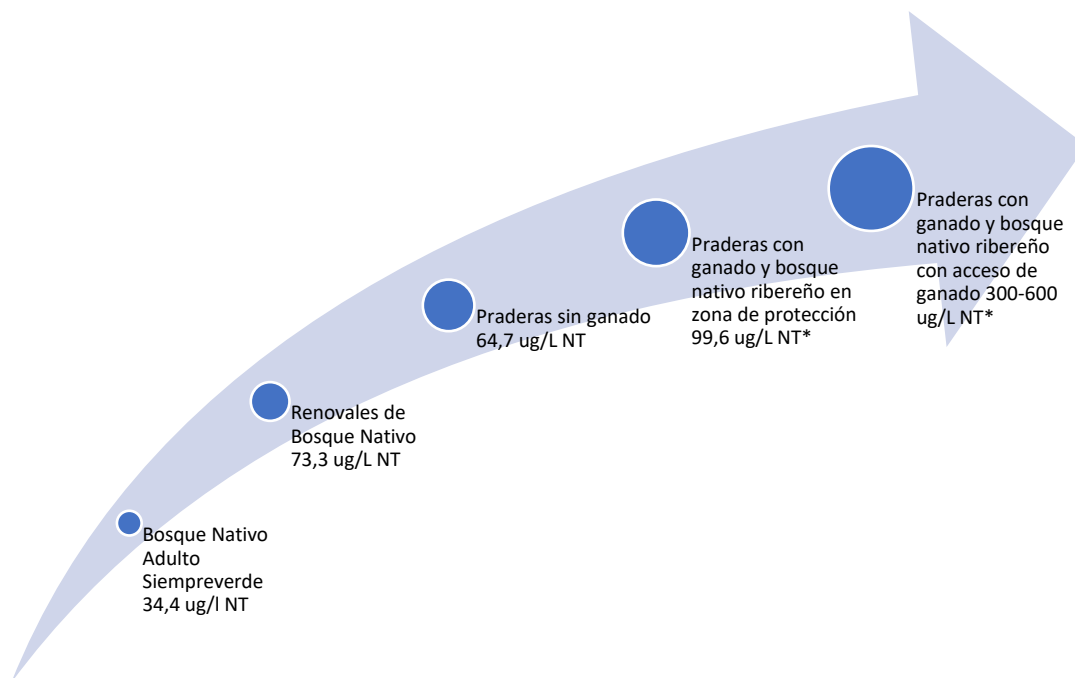
En las muestras de agua que colectamos y analizamos pudimos apreciar que los sitios dominados por el ganado presentaron concentraciones de nitrógeno, significativamente mayores que los de menor intervención, los que además presentaron altos niveles de fósforo y carbono. El exceso de nutrientes como nitrógeno y fósforo en el agua, genera una disminución importante en la calidad del agua de esteros reduciendo el contenido de oxígeno disuelto, acumulando grandes cantidades de materia orgánica en descomposición, generando la proliferación de algas tóxicas, que incluso puede estar asociado a un proceso de eutrofización de los esteros y ríos. Esto es dañino para la salud de las personas y otros organismos como peces y anfibios, provocando malos olores, turbidez y cambios de color, afectando su uso como agua para consumo humano, en comunidades rurales, especialmente para aquellos que se abastecen de agua de sus propias fuentes y no de un determinado APR.



*Toma de muestras de agua en bosques ribereños y de quebradas. Proyecto Fondo de Investigación del bosque nativo 020/2016. Fotografía Enrique Cruz T.*

Los bosques nativos del sur de Chile naturalmente presentan bajas concentraciones de nitrógeno orgánico e inorgánico, similar al de las condiciones previas a la revolución industrial.<sup>16</sup> Las cuencas con abundante cobertura de bosque nativo adulto son las que presentan las menores concentraciones de nitrógeno, ya que este es retenido por el suelo y la vegetación. En aquellas cuencas donde la actividad forestal ha sido mayor, y por ende los bosques nativos adultos han sido sustituidos por renovals hay un incremento en la carga de nitrógeno en el agua.

La actividad ganadera en los cauces aumenta las concentraciones de carbono total y aporta materia orgánica disuelta en el agua que proviene de la actividad agropecuaria lo que puede contribuir a la eutrofización y pérdida de la calidad de agua<sup>5,13</sup>.



Concentración es de nitrógeno total en cuencas del sur de Chile (\*)<sup>13</sup>



Aarrastre de sedimentos y al cauce fecas por ganado



Turbidez



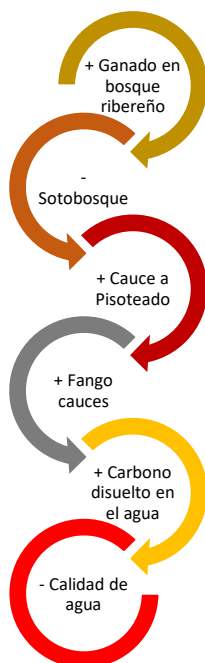
### Impactos integrados

Según los resultados de esta investigación si integramos los impactos tenemos las siguientes asociaciones lineales significativas de impacto que demuestran como se van encadenando los impactos entre las actividades de las personas en la cuenca afectando la calidad de agua. Esta asociación muestran como se integran los diferentes impactos y generan un efecto en cadena, el cual presenta diferencias entre las tres zonas que se estudiaron (Cordillera de los Andes, Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa). Como puede verse en la siguiente figura, el encadenamiento de impactos son similares entre las tres zonas a partir del cauce pisoteado y en todas ellas el sotobosque (vegetación que crece bajo los bosques nativos, formada por quilas, colihues, helechos, arbustos, etc) juega un papel importante para retener los sedimentos y nutrientes y mantener a calidad del agua. No obstante sobre ese nivel, las zonas presentan diferencias mostrando que únicamente en la Cordillera de los Andes en que existe una mayor área de bosques nativos, su cobertura en las laderas demostró tener un efecto finalmente en la calidad del agua.

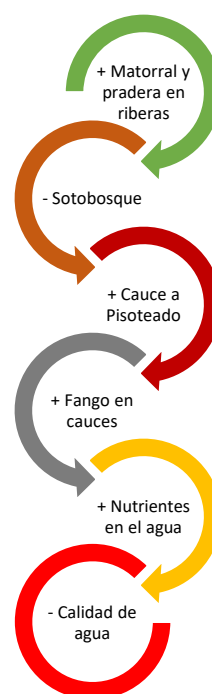
#### Cordillera de los Andes



#### Depresión Intermedia



#### Cordillera de la Costa



*Impactos integrados de las actividades humanas en los bosques nativos y el servicio ecosistémicos de calidad de agua (Fuente elaboración propia)*

## Estrategias de conservación, manejo y restauración de bosques ribereños y de quebradas

---

La protección, conservación y restauración de la vegetación ribereña es parte central de las estrategias de manejo control de contaminantes en muchos países del mundo y es clave en las medidas de mitigación y adaptación a los impactos del cambio climático como sequías, incendios e inundaciones.

A la hora de hacer acciones de conservación, manejo y restauración de bosques ribereños es necesario considerar cuál es la escala a la que nos interesa y tenemos los recursos y condiciones necesarias para trabajar. La escala puede ser a nivel de cuenca la que dependiendo del tamaño de la cuenca normalmente involucra a numerosos propietarios y la otra opción es trabajar solo a nivel de un predio, lo que generalmente abarca solo una porción de una cuenca.

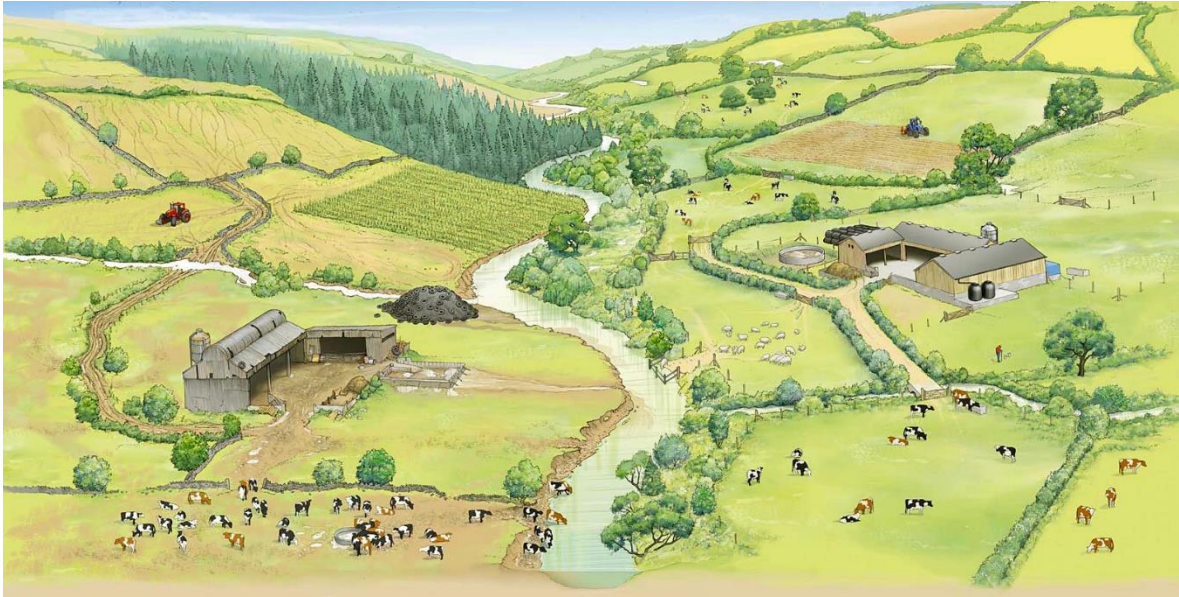
### Estrategia de Manejo integrado de cuencas

El concepto del manejo integrado de cuencas nos ayuda entender los efectos conjuntos de las actividades humanas dentro de una cuenca, comprender y manejar la conectividad de los ecosistemas de agua dulce y entender el rol vital de la biodiversidad presente en los bosques ribereños para las funciones y servicios ecosistémicos.

Los comités de agua potable rural y/o agrupaciones de vecinos que dependen de un misma quebrada o río para su abastecimiento de agua tienen una oportunidad a través de la gestión integrada de cuencas hidrográficas para generar un enfoque participativo y acuerdos comunes entre los propietarios de la cuenca. Para ello se deben cumplir las siguientes etapas.



*Etapas de la gestión integrada de cuencas para la conservación y restauración de los bosques ribereños (elaboración propia basado en <sup>17</sup>)*



*Ilustración de malas prácticas (izquierda) y buenas prácticas (derecha) prediales para la conservación de los bosques ribereños y el agua (wrt.org.uk)*

### Diagnóstico de la condición y amenazas de los cauces y cabecera de cuenca

Evaluar de manera conjunta la condición de la ribera y quebradas aguas arriba de la o las bocatoma que proveen de agua a la comunidad es fundamental, por ello cada propietario o quien coordinen el plan de manejo integrado de cuencas debe identificar para el cauce de interés lo siguiente

- Tránsito del ganado por esteros.
- Ganado bebe agua del estero
- Pastoreo en alta pendientes erosionando los suelos
- Esteros y nacientes sin protección
- Degradación de bosque nativo ribereño en zona de 30 metros hacia cada lado del cauce
- Deforestación y reemplazo por especies invasoras
- Terrenos de aptitud forestal sin cubierta arbórea
- Falta mantención de caminos, senderos, canaletas o puentes sobre los cauces

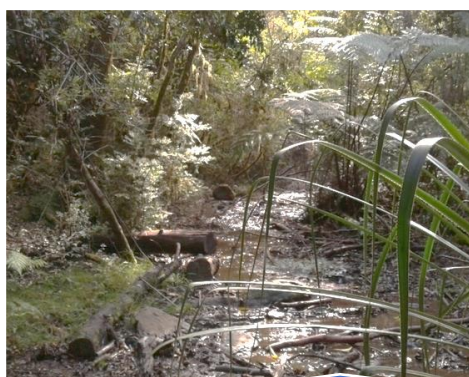




Cauces con abundante bosque ribereño y menor intervención



Cauces con bosques ribereños, alta presencia de ganado y tala a baja escala



Bosques ribereños con alta presencia tala y ganado a baja escala



Cauces con abundante regeneración natural de bosques ribereños



Cauces sin vegetación ribereña y con presencia de especies invasoras



Cauces sin vegetación ribereña y cauces erosionados por acceso de ganado

*Niveles de intervención de cauces y bosques ribereños (fotografías Enrique Cruz T.)*

## Estrategias de conservación, restauración y manejo de los bosques ribereños

Para conservar y restaurar los bosque nativos lo primero es controlar las fuentes de la degradación como la ganadería y la tala, permitiendo la regeneración natural de los bosques o restaurándolos si es necesario.

Objetivo de Manejo	Amenazas	Acciones de manejo
Conservar bosques nativos ribereños existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación de bosque nativo Deforestación y reemplazo por especies invasoras</li> <li>• Tala en zonas ribereñas</li> <li>• Acceso de ganado a cauces hídricos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer zonas de protección sin manejo forestal de 30 metros de ancho con cercos de 4 a 5 hebras para excluir ganado.</li> <li>2. Permitir la regeneración natural del bosque y sotobosque.</li> <li>4. Controlar manual o mecánicamente las especies invasoras. No aplicar herbicidas con medios de fácil dispersión como bomba de espalda a menos de 30 metros de los cauces de agua.</li> <li>5. Realizar solo cortas de selección o protección en los siguientes 15 metros luego de zona de protección.</li> </ol>
Restaurar Bosques Nativos Degradados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación de bosque nativo Deforestación y reemplazo por especies invasoras</li> <li>• Tala en zonas ribereñas</li> <li>• Acceso de ganado a cauces hídricos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer zonas de protección sin manejo forestal de 30 metros de ancho con cercos de 4 a 5 hebras para excluir ganado</li> <li>2. Identificar especies presentes en las riberas vegetadas de la cuenca y plantar</li> <li>3. Enriquecer el bosque usando árboles nativos de plantas producidas localmente o en las cercanías. Plantando en curvas de nivel o en núcleos en las zonas más desprovistas de vegetación.</li> <li>4. Controlar manual o mecánicamente las especies invasoras. No aplicar herbicidas con medios de fácil dispersión como bomba de espalda a menos de 30 metros de los cauces de agua</li> </ol>
Restaurar Cauces desprovistos de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión de laderas</li> <li>• Erosión de cauces por falta de vegetación</li> <li>• Establecimiento de especies exóticas invasoras</li> <li>• Acceso de ganado a cauces hídricos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer zonas de protección sin manejo de 30 metros de ancho con cercos de 4 a 5 hebras para excluir ganado</li> <li>2. Identificar especies presentes en las riberas vegetadas de la cuenca y plantar</li> <li>3. Revegetar con árboles nativos de plantas producidas localmente o en las cercanías. Plantando en fajas de 8 metros de ancho en curvas de nivel, dejando libre las siguiente faja.</li> <li>4. Controlar manual o mecánicamente las especies invasoras. No aplicar herbicidas con medios de fácil dispersión como bomba de espalda a menos de 30 metros de los cauces de agua</li> </ol>

## Estrategias de manejo ganadero para la protección de cauces y bosques ribereños

El manejo del ganado para la conservación de los bosques y cauces es fundamental para la protección del servicios ecosistémico de calidad de agua. A nivel predial debemos tener en cuenta como afectan las actividades silvoagropecuarias la conservación de la biodiversidad y la calidad del agua, por lo que una vez identificados los puntos afectados por la ganadería en el cue se recomienda realizar las siguientes acciones<sup>18</sup>

Objetivo de Manejo	Amenazas	Acciones de manejo
Evitar impactos del ganado en cauces y bosques ribereños	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso de ganado a cauces</li> <li>• Impactos en la regeneración del bosque y sotobosques por ramoneo y pisoteo</li> <li>• Erosión de suelos y cauces</li> <li>• Contaminación del agua por fecas</li> <li>• Arrastre de exceso de nutrientes de la actividad ganadera y agrícola a los cauces.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cercar y apotrerar evitando el ingreso de ganado a bosques ribereño y cauces.</li> <li>2. Implementar sistemas de abrevaderos o bebederos para no depender de quebradas y esteros para la provisión de agua para el ganado</li> <li>3. Establecer zonas de cruce o acceso al agua para el ganado limitadas y con puentes, rampas o piedras para evitar erosión.</li> <li>4. Cercar zonas de cruce para que ganado no se desplace por el cauce.</li> <li>5. Evitar la permanencia del ganado en los cauces</li> <li>6. Ubicar suplementos alimenticios y forrajes en las partes altas alejados de los cauces.</li> </ol>
Falta mantención de caminos, senderos, pasarelas o puentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso de ganado a cauces.</li> <li>• Contaminación del agua por fecas</li> <li>• Arrastre de exceso de nutrientes de la actividad ganadera y agrícola a los cauces.</li> <li>• Arrastre de sedimentos desde caminos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar alianzas con vecinos, Ministerio de Obras Públicas, empresas forestales y agrícolas</li> <li>2. Instalar obras de arte (tuberías, puentes, rampas)</li> <li>3. Instalación de cercos</li> <li>4. Revegetación o enriquecimiento de taludes de cauces a orillas de camino</li> </ol>





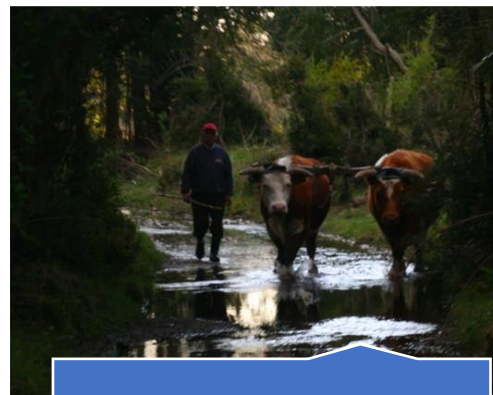
Eriquecimiento y revegetación de los bosques nativos



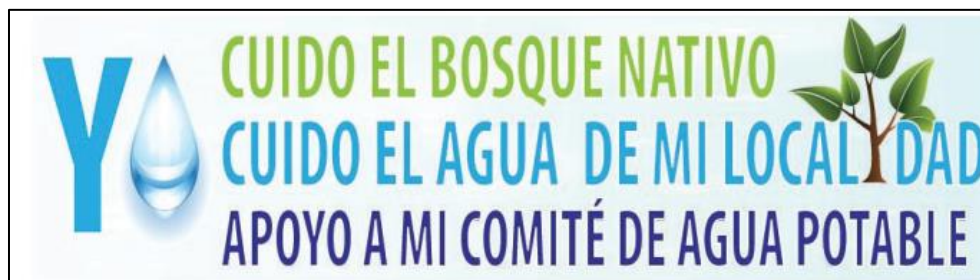
Instalación de Cercos



Efecto de la exclusión de ganado



Evitar acceso de ganado a cauces



*Campaña de difusión para la protección de bosque nativo y manejo integrado de cuencas proyecto Innovacuencas Fundación Forecos – UACH 2013, Financiado por CORFO*

## Instrumentos de financiamiento y costos

La implementación de las estrategias comunitarias a escala de cuencas requiere de financiamiento para el fortalecimiento del conocimiento a través de asesorías y para la implementación de acciones. Para la implementación de estas acciones existen los siguientes fondos disponibles

Fortalecimiento organizacional y del conocimiento e implementación de actividades por organizaciones comunitarias como comités de agua potable rural o juntas de vecinos.			
Fondo	Actividades	Monto	Más información
Fondo de Fortalecimiento de las Organizaciones de Interés Público (Ley 20.500)	Fortalecer conocimientos y herramientas relacionadas con el quehacer de la organización.	2 a 4 millones de pesos.	<a href="http://fondodefortalecimiento.gob.cl">fondodefortalecimiento.gob.cl</a>
Fondos de Protección Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente.	Pilotos de acciones de conservación, restauración y educación ambiental.	4 a 6 millones de pesos	<a href="http://fondos.gob.cl">fondos.gob.cl</a>
Fondo Ambiental del Gobierno Regional de los Ríos.	Pilotos de acciones de conservación, restauración y educación ambiental	5 millones de pesos	<a href="http://subvenciones.goredelosrios.cl">subvenciones.goredelosrios.cl</a>
Fondos Ley 20.998, Ministerio de Obras públicas	Supervisión, asesoría e inversión. Exclusivos para comités de agua potable rural	No definido	<a href="http://doh.gov.cl/APR/">doh.gov.cl/APR/</a>

Para la implementación de las actividades de las estrategias de conservación, restauración y manejo de los bosques ribereños y de manejo ganadero para la protección de cauces existen fondos destinados a los propietarios de predios agrícolas y forestales del Ministerio de agricultura

### Implementación de estrategias de conservación, restauración y manejo de los bosques ribereños y de manejo ganadero para la protección de cauces

Fondo	Actividades	Monto	Más información
Ley N° 20.283 Sobre Recuperación Del Bosque Nativo Y Fomento Forestal <sup>19</sup>	Plantación suplementaria Enriquecimiento ecológico con nuevas plantas Simbra directa de especies del bosque nativo Control de especies vegetales exóticas invasoras Construcción de senderos Construcción de cercos alambre púa Reparación de cercos de alambre púa Protección individual de malla	5 UTM <sup>2</sup> /ha 4- 5 UTM/h  5 Utm/ha <sup>3</sup>  5 a 1,5 UTM/ha <sup>4</sup> 29.32-35.83 UTM/km 44,32 UTM/km  23,63 UTM/km  5 UTM/ha	<a href="http://Conaf.cl">Conaf.cl</a>  <a href="#">Tabla de valores 2020 ley 20.283</a>
Programa de Desarrollo Local (Prodesal) INDAP	Asistencia técnica prediales Capacitaciones grupales Días de campo Articulación de red de subsidios del estado Formulación de Proyectos Articulación de apoyos externos a INDAP	Variable	<a href="http://Indap.cl">Indap.cl</a>
Programa de recuperación de suelos (SIRSD) <sup>20</sup> del Ministerio de agricultura	Instalación de Cercos tradicionales y eléctricos (incluyendo construcción, energizador y panel solar) Cercos vivos y cortinas cortaviento con plantas nativas Construcción de abrevaderos y aguadas para proveer de agua a ganado Construcción de zanjas de infiltración Control de erosión de cárcavas y construcción de biofiltros para la evitar la sedimentación de los cursos de agua Incentivos para el mejoramiento de praderas y fertilidad del suelo que pueden quitar presión forrajera de los bosques nativos	Detalle en tabla de costos	<a href="http://sag.cl">sag.cl</a> <a href="http://indap.cl">indap.cl</a>

<sup>2</sup> [Unidad Tributaria Mensual](#) Valor \$50.272 agosto 2020.

<sup>3</sup> Monto varía según densidad de plantas por ha.

<sup>4</sup> Monto varía según tipo forestal Roble-Raulí Coihue, Coihue-Raulí-Tepa o Siempreverde



<b>Costos estimados de implementación de actividades de protección de bosques ribereños y cauces. Valores 2018-2020.</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
Cerco alambre púas 5 hebras	metro lineal	\$ 3,400
Cerco alambre púas 4 hebras	metro lineal	\$ 2,900
Habilitación para enriquecimiento en Bosque Nativos	ha	\$ 250,000
Enriquecimiento en Bosque Nativo	ha	\$ 200,000
Forestación en Curvas de Nivel	metro lineal	\$ 2,100
Forestación	ha	\$ 650,000
Limpieza Matorrales para Forestación	ha	\$ 200,000
Ralo y poda de Plantaciones	ha	\$ 70,000
Traslado de plantas (viaje vacío y cargado)	Km	\$ 800
Valor Planta Roble	Un	\$ 350
Valor Planta Arrayan	Un	\$ 350
Valor Planta Raulí	Un	\$ 390
Valor Planta Coihue	Un	\$ 450
Valor Planta Luma	Un	\$ 250
Zanjas de infiltración	unidad	\$ 1,000
Bebederos	unidad	\$ 70,000
Fertilización de praderas cal y fosforo	ha	\$ 412,000
Senderos	metro lineal	\$ 1,700
Pasarelas	metro lineal	\$ 55,000
mantención de Caminos	km	\$ 120,000
Apoyo profesionales para programas CONAF	unidad	\$ 150,000
Apoyo profesionales para programas INDAP	unidad	\$ 80,000

## Bibliografía de interés

Frene C, Oyarzun C. Manejo Integrado de Cuencas Forestales. En Ecología Forestal Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques Nativos de Chile. Donoso C. González M Lara A. Editores.

Little C. Lara A. Servicios ecosistémicos de los Bosques Nativos del Centro y Sur de Chile. En Ecología Forestal Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques Nativos de Chile. Donoso C. González M Lara A. Editores.

Palma L., Lara A. eds. 2013. Manual de buenas prácticas para la gestión de cuencas y comités de agua potable rural. Valdivia - Chile. Imprenta América. 76 p

Cooperativa Calahuala. 2018. Planificación Integral Predial. Manual para accionistas y técnicos del agro. Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas forestales SIMEF.

INFOR 2020. Plataforma de gestión de recursos hídricos. Ecosistemas Forestales y Agua.

## Referencias

- <sup>1</sup> Ministerio de Agricultura. 2008. Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal. Gobierno de Chile
- <sup>2</sup> Mittermeier, R., P. Robles, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, G. Goettsch, J. Lamoreux, and G. Da Fonseca. 2004. Hotspot Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX, Mexico.
- <sup>3</sup> Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2013. Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de la región de los Ríos. <http://sit.conaf.cl>
- <sup>4</sup> Little C. Lara A. Servicios ecosistémicos de los Bosques Nativos del Centro y Sur de Chile. En Ecología Forestal Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques Nativos de Chile. Donoso C. González M Lara A. Editores.
- <sup>5</sup> Becerra-Rodas, C., Little, C., Lara, A., Sandoval, J., Osorio, S., & Nimptsch, J. (2019). The Role of Streamside Native Forests on Dissolved Organic Matter in Forested and Agricultural Watersheds in Northwestern Patagonia. *Forests*, 10(7), 595.
- <sup>6</sup> Becerra-Rodas C. 2016. Materia orgánica disuelta como indicador funcional de los bosques nativos ribereños. Tesis de Magíster en Ciencias mención Recursos Forestales, Facultad de ciencias forestales y Recursos Naturales. Valdivia, Chile 81 pp
- <sup>7</sup> Little, C., Cuevas, J. G., Lara, A., Pino, M., & Schoenholtz, S. 2014. Buffer effects of streamside native forests on water provision in watersheds dominated by exotic forest plantations. *Ecohydrology*.
- <sup>8</sup> Frene C, Oyarzun C. Manejo Integrado de Cuencas Forestales. En Ecología Forestal Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques Nativos de Chile. Donoso C. González M Lara A. Editores.
- <sup>9</sup> Cárcamo M., A. Lara, L. Palma, M. Lavado, D. Roco, R. Bravo. 2013. Proyecto Innova Cuencas APR; Una oportunidad para generar condiciones habilitantes para el desarrollo de comunidades rurales: Hacia la construcción de un modelo de gestión de cuencas en la región de Los Ríos, Chile. Pp 160-185 En: Lara A., P. Latorra, R. Manson, G. Barrantes. (ed.). Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe. Red ProAgua CYTED. Valdivia, Chile. Imprenta América. 316p.
- <sup>10</sup> Palma L., Lara A. eds. 2013. Manual de buenas prácticas para la gestión de cuencas y comités de agua potable rural. Valdivia - Chile. Imprenta América. 76 p
- <sup>11</sup> Cerda N. 2019. Uso ganadero tradicional en bosques y las posibilidades de su conversión hacia sistemas silvopastoriles: El caso de la comunidad de Cadillal Alto, región de Los Ríos, Chile. Tesis de Magister mención Ciencias y Medio Ambiente. Universidad Austral de Chile.
- <sup>12</sup> Zamorano-Elgueta. 2018. Silvopastoreo. En Donoso, P., Promis, A., Soto, D.. (2018). Silvicultura en bosques nativos. Experiencias en silvicultura y restauración en Chile. Argentina y el oeste de Estados Unidos.
- <sup>13</sup> Zamorano-Elgueta, C., Cayuela, L., Rey-Benayas, J. M., Donoso, P. J., Geneletti, D., & Hobbs, R. J. 2014. The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach. *Ecosphere*, 5(7).
- <sup>14</sup> Cruz-Tagle E. Becerra C. Lara A. 2020. Impacto de la ganadería y la tala sobre los bosques nativos de conservación y el servicio ecosistémico de calidad de agua a escala de cuencas. Informe Final Proyecto del Fondo Investigación Bosque Nativo 020/2016.
- <sup>15</sup> Trimble, S.W. & Mendel, A.C. 1995, "The cow as a geomorphic agent--a critical review", *Geomorphology*, vol. 13, no. 1-4, pp. 233-253.
- <sup>16</sup> Little, C., D. Soto, A. Lara, J. Cuevas. 2008. Nitrogen exports at multiple-scales in a southern Chilean watershed (Patagonian Lakes district). *Biogeochemistry*, 87(3), 297-309.
- <sup>17</sup> Oppliger A. 2004. Modelos de Gestión de Cuencas. Innova cuencas. Universidad Austral Fundación Centro de los Boques Nativos Forecos.
- <sup>18</sup> Bellows B. 2003. Managed Grazing in Riparian Areas NCAT agriculture specialist

---

<sup>19</sup> MINAGRI 2020. Tabla de Valores 2020 Ley N°20.283 sobre recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal CONAF. <https://www.conaf.cl/cms/editorweb/chifo/DT239.pdf>

<sup>20</sup> MINAGRI 2018. Tabla de costos para el año 2018 del sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.  
[https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/dec.109-25.06.2018-t.costos\\_2018.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/dec.109-25.06.2018-t.costos_2018.pdf)