



# HACIA UN MANEJO SOSTENIBLE DEL FÓSFORO EN LA CUENCA DEL LAGO VILLARRICA

ÑI KÜME YENIEGEAL TI KÜTRAL PULUL MALLO LAFKEN

Español / Mapudungun



## MANUAL DE ACCIONES CIUDADANAS PARA REDUCIR EL APORTE DE NUTRIENTES

# uPcycle

PROYECTO GEF FÓSFORO SOSTENIBLE

Más información  
[www.upcyclelakes.org](http://www.upcyclelakes.org)  
[www.esenarioshidricos.cl](http://www.esenarioshidricos.cl)



Fundado por:



Implementado por:



Ejecutado por:



Con la Colaboración de:



## INTRODUCCIÓN

# La cuenca del Lago Villarrica (Mallolafquen) la cuidamos entre todos

El Lago Villarrica forma parte de una cuenca que abarca diversos ecosistemas interconectados: bosques, humedales, ríos, lagos y comunidades humanas que dependen de su equilibrio. Su calidad ambiental está directamente relacionada con las actividades que realizamos en el territorio, desde la agricultura y la piscicultura hasta el turismo y la vida doméstica. Por eso, proteger el lago no es solo una tarea ambiental, sino una responsabilidad compartida que asegura el bienestar de las comunidades actuales y futuras.

Ti pulul mallolafken Kom  
inchiñ maneniefiyñ

Ti lafken Kom Kúmeke  
kuzaw mülelu ti lof new,  
epu kuzaw, ngan kuzaw,  
ka challwa kuzaw, ka ti  
witran kontu ka rumel  
Mongen.



## El proyecto

El proyecto internacional **GEF Fósforo Sostenible: Hacia un ciclo sostenible del fósforo en cuencas de lagos (Up-Cycle)** es una iniciativa financiada por el fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), a través del Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente (PNUMA) y es ejecutada a nivel Internacional por el Centro de Ecología e Hidrología del Reino Unido (UKCEH) y el Ministerio del Medio Ambiente, en conjunto con la Fundación Chile como co-ejecutor local. El proyecto busca generar acciones para apoyar la restauración del Lago Villarrica (Mallolafquen) y su cuenca, en coordinación con el Plan de Descontaminación de la cuenca del lago Villarrica y con la participación activa del sector productivo, las comunidades locales, la academia y las instituciones públicas. Este trabajo colaborativo combina ciencia, gestión institucional y acción ciudadana, transformando al Lago Villarrica en un referente internacional de gestión de nutrientes orientada a la restauración de aguas y al desarrollo sostenible.

## Cuidar el lago implica cuidar las aguas que llegan a él, los bosques que lo rodean, los humedales y suelos que lo sostienen.

Küñil tufiliyĩn ti lafken Ko tayiñ küñil tukufel pu aliwen pu llozkon, pu mapu, ka ti ko ka inchiñ tayiñ mongeael.

Tüfachi “ Troy wirrin tukulelu Kümeke kimkantun ñi wezal Kalel ti pulul lafken rume nielu ti arre fillem, Kim ñekey ti chumngechi kunungeael ti kimkantun ti PU mongelechiche ñi kume niafel ti ko.

El presente “**Manual de Buenas Prácticas Ciudadanas**” es parte de una serie de 3 manuales para distintos sectores de la Cuenca (agrícola, acuícola, ciudadano) y tiene como objetivo entregar información educativa sobre la problemática ambiental asociada al exceso de nutrientes en el Lago Villarrica, dar a

conocer las formas de monitoreo a la salud del lago y ofrecer soluciones prácticas que los habitantes pueden aplicar para contribuir a la descontaminación y cuidado del agua. **Se encuentra en idioma español con extractos en mapudungun.**



# ¿Qué sucede con el lago Villarrica?

## La Cuenca

### Concepto de cuenca y relación bosque–humedales–agua



Una **cuenca hidrográfica** es una unidad territorial natural donde toda el agua de lluvia, nieve o escorrentía que cae en ella, fluye por una red de ríos y quebradas que alimenta a un río principal y que desemboca en un cuerpo receptor como un lago o laguna o en el mar. En ella, todos los componentes, bosques, suelos, humedales, riberas, ríos y lagos, ciudades y comunidades están conectados e interactúan dinámicamente.

### ¿Chem chumkey ti lafken mallolafken?

Ti pulul nielu ka llenielu ko Kom ñi chemkün, aliwen, mapu, llozkon, lil, lewfu ka lafken warria lof mapuche ngüneküleingün ka fem key ngün ayüwün keche.

En el caso de la cuenca del Lago Villarrica, los bosques nativos en las zonas más elevados –especialmente bosques de coigüe (*Nothofagus dombeyi*), ulmos (*Eucryphia cordifolia*) y tepas (*Laureliopsis philippiana*) regulan el agua que se infiltra, que alimenta flujos subterráneos y superficiales, reducen la escorrentía superficial (que arrastra el suelo) y mantienen la calidad del agua generando un “filtro” para el transporte de fósforo y sedimentos hacia los cuerpos receptores<sup>1</sup>. Debido a lo anterior, cualquier alteración o intervención que exista en el territorio que comprende la cuenca, tal como un cambio de uso de suelo, o la descarga de aguas servidas sin un adecuado tratamiento, entre otras causas, afecta el escurrimiento<sup>2</sup> de nutrientes al Lago Villarrica, lo que aumenta el riesgo de eutrofización y afloramiento de algas en él.

La interacción bosque–ribera–humedal–agua puede entenderse como una cadena ecológica:

- El **bosque** regula el flujo.
- La **ribera** actúa como filtro.
- El **humedal** amortigua los pulsos de nutrientes.
- El **lago** refleja el equilibrio o la degradación de todo el sistema.

**Ti pu aliwen zoy wenu mülelu ti lafken Mew ngüne niefinngün tripalechi ko, illel kefingün Kom pule mülechi chemkün, tüngüm fingün ütrulechi ko Reke ka ngüne niefinngün ti küme ko amulepe ti arre chemkün ka ti llo Kelu wezake poz.**

El buen estado ecológico de una cuenca depende de la cobertura vegetal que regula la infiltración, retiene sedimentos y nutrientes, y sostiene el equilibrio del ciclo del agua<sup>3</sup>.

Ti küme mongel nielu ti pulul ka ngüne nielu ti küme mongel ngüneke fingün ti poz ka ti newen.



**BOSQUE**



**HUMEDALES**



**AGUA**

### PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL LAGO VILLARRICA

Instrumento legal que permite al Estado tomar las medidas pertinentes para reducir los aportes de fósforo de las diferentes fuentes de emisión identificadas en la cuenca, con el fin de recuperar los niveles de salud del lago.

### Ka ngüneke fingün ti amulechi ko.

Ti kuzaw ñi küme ellkünungeael ti lafken Kim fingün chew müley ti Kim noael ñi chew kupan ti wezake Mongen wezal kakelu ti pu aliwen ka ñi ñamken inaltu lil mülelu ñi Kom küme ellkünungeael Kom ti pulul.

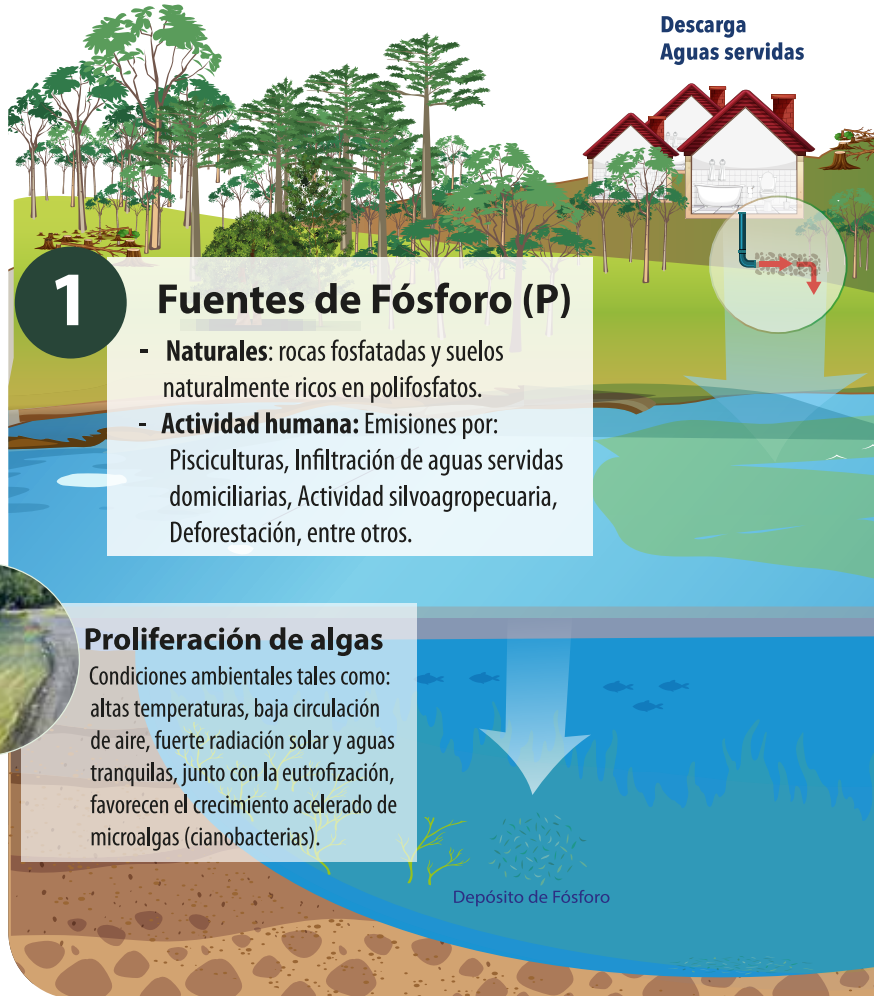
# Comprender la problemática: ¿fósforo y eutrofización?

El **fósforo** es un nutriente esencial para plantas y algas (**¡es su comida!**), pero cuando se incorpora en exceso al agua (a través de acuicultura, escorrentías agrícolas y aguas servidas domiciliarias o industriales, cambios de uso de suelo, entre otros) puede desencadenar un **proceso de eutrofización o fertilización excesiva de un cuerpo de agua**.

La eutrofización puede expresarse en el crecimiento excesivo de algas, cianobacterias y plantas acuáticas (macrófitas), afectando la biodiversidad y la recreación<sup>4</sup>. Comprender la dinámica e interacción del fósforo con el agua y los sedimentos permite identificar puntos críticos de intervención. Este manual propone acciones locales simples que, al multiplicarse, contribuyen a reducir la carga total de fósforo que llega al lago.

## Kimafiyin ti weza zungu : ¿Arre weza chemkün ?

Tüfachi wirrin kimtukukey ñi  
chew mülen ti wezake  
chemkün, ñi soy mülen Mew  
ellkefingün ñi zoy püchi leael  
ti arre chemkün pu Kelu  
lafken Mew.





2

## Movilización del Fósforo

El fósforo emitido es descargado directamente o arrastrado por las lluvias a través del suelo, a ríos y esteros que luego llegan al lago.

Deforestación

Agricultura

Piscicultura

4

## Consecuencias de la eutrofización

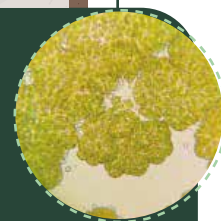
- Liberación de toxinas por cianobacterias al agua que pueden causar la muerte de peces y macroinvertebrados .
- Posibles riesgos para la salud humana por contacto, consumo y/o recreación.
- Afectación al turismo, valor del suelo e identidad cultural.
- Disminución de la biodiversidad del lago.

3

## Eutrofización

El lago Villarrica recibe nutrientes arrastrados desde la cuenca (fósforo y nitrógeno) que se van acumulando. Su exceso intensifica la fotosíntesis y provoca una disminución del oxígeno disuelto, afectando la biodiversidad y la salud humana.

La eutrofización puede manifestarse como “**pintas verdes**” o **material espumoso**, conocido como “**floraciones**”. Estas floraciones pueden liberar microcistina, toxina producida por cianobacterias de los géneros Dolichospermum y Microcystis, registradas en el Lago Villarrica<sup>5</sup>. **Su detección forma parte del Programa de Vigilancia de Aguas Recreacionales**<sup>6</sup>, cuyos resultados históricos pueden ser revisados en: [http://www.seremisalud9.cl/pagina\\_microcistina/temp/](http://www.seremisalud9.cl/pagina_microcistina/temp/)



# ¿Cuáles son los aportes actuales de nutrientes que recibe el Lago Villarrica?

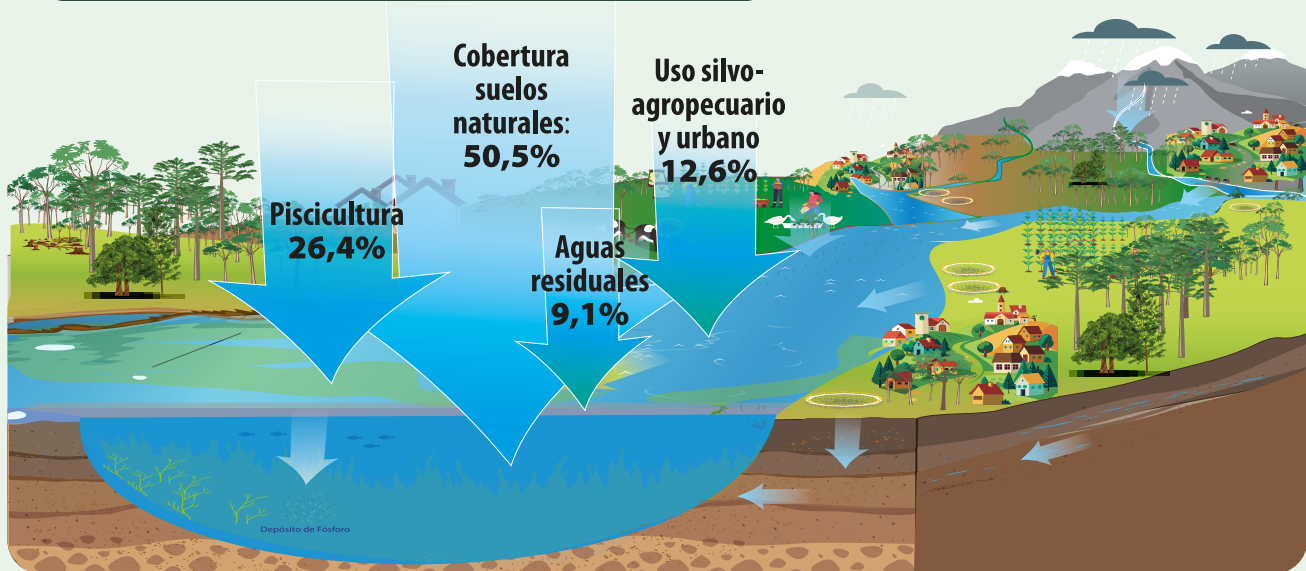
Según el Plan de Descontaminación del Lago Villarrica, la carga anual estimada que ingresa al sistema es de **270,5 toneladas de fósforo y 1.184 toneladas de nitrógeno**, valores que superan la capacidad crítica del lago<sup>7</sup>.

Una parte de los nutrientes que llegan al lago proviene de fuentes naturales, que ha permitido sostener el ecosistema. Sin embargo, una buena parte de estos nutrientes proviene de nuestras actividades cotidianas (domésticas, agrícolas, turísticas e industriales) y viajan a través del suelo, la escorrentía y las aguas servidas.

## ¿Chumngechi wezal kakey tayiñ poz?

Tüfachi poz wezakelu inchiñ tayiñ kuzaw mew ( fill kuzaw , ngan kuzaw, witrän ka füta ruka kuzaw) amukeyngün mapu mew, amulechi poz ko mew.

### Aportes de las emisiones de fósforo en la cuenca del Lago Villarrica (2025)<sup>8</sup>



## Las principales fuentes de nutrientes determinadas por el Plan de Descontaminación elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente corresponde a:



**Pisciculturas y descargas industriales: principalmente por alimentos no consumidos y excretas.**

Füta ruka ñi elnge peyüm challwa kuzaw: yi Penoel chi wezake iyael



**Aguas servidas y sistemas sanitarios ineficientes: Las viviendas con fosas sépticas o pozos negros sin mantenimiento generan filtraciones ricas en fósforo y nitrógeno. Aunque representan un porcentaje menor de la carga total (aprox. 3%), su carácter constante y proximidad al lago los hace problemáticos.**

Wezake poz ko amukelu: ti pu ruka nielu pulul tripatripatuwe Ka kurru kulul ngüne ngenolu amukelay ti pu arre chemkün.



**La sustitución del bosque nativo por diferentes usos humanos. Por ejemplo, las distintas actividades asociadas al sector agropecuario de la cuenca. El uso de fertilizantes fosfatados, estiércol y purines produce escorrentías cargadas de nutrientes. Además el pisoteo del ganado en zonas ribereñas favorece la erosión.**

Ngan kuzaw ka kullin kuzaw: arre chemkün Ka funan mülelu amulekey küme wezakelu Mapu mew ti pünon kullin lil pule kellukey ñi treynoael.



**Urbanización y turismo: Durante el verano, la población se duplica, aumentando la generación de residuos líquidos. Las escorrentías urbanas transportan detergentes (con fósforo), aceites y restos orgánicos.**

Warria Reke Ka witran: walüing mew ti warria zoy tremkey, zoy fentrelekey ti poz wezakelu.

Ti amulechi ko warria Mew lleniekey liftukelu ( arre chemkün ) Iliwin poz tripakelu pütra mew.

Te invitamos a leer Plan de Descontaminación por Clorofila A, Fósforo Disuelto y Transparencia de la cuenca del Lago Villarrica (08-Mayo-2025) en: **QR.**



La gestión sostenible de la cuenca y sus nutrientes solo es posible si actuamos de manera conjunta, coordinada y con compromiso de todas y todos.

# ¿Cómo podemos saber el estado de salud del Lago Villarrica?

La Norma Secundaria para el Lago Villarrica es un instrumento de gestión que existe desde el año 2013, y que define los niveles de diferentes parámetros como los nutrientes, la clorofila “a”, transparencia y el oxígeno disuelto, aceptables para mantener una correcta calidad de agua y los ecosistemas en condiciones adecuadas para proteger la biodiversidad acuática<sup>8</sup>.



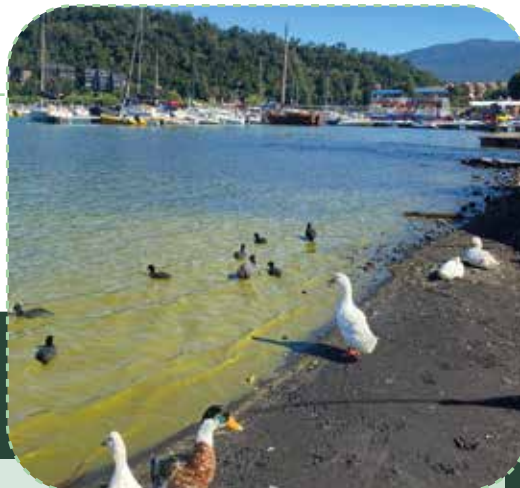
La Norma se implementa a partir de un **Programa de Medición del cumplimiento de la calidad ambiental** (PMCCA, Resolución N° 671/2016), dictado por la Superintendencia del Medio Ambiente y en él, se establecen los puntos de medición, los parámetros, así como la definición de una “red de control”, la cual que permite evaluar el cumplimiento de la Norma y además una segunda red denominada “de observación”, en la cual se monitorean otros parámetros complementarios que nos permiten conocer la salud del lago. Los puntos de monitoreo de la red control (rojo) y de la red de observación (verde), se muestra en la imagen.

El principal organismo encargado del monitoreo el lago Villarrica en el marco del cumplimiento de la normativa secundaria es la **Dirección General de Aguas**. En paralelo, la **Directemar** monitorea variables en agua y sedimentos, mientras que el **Ministerio de Medio Ambiente** monitorea bioindicadores de calidad del agua en el lago y la cuenca, con lo cual se permite identificar cambios en las comunidades biológicas presentes en el ecosistema lacustre. La identificación de los organismos acuáticos resulta de relevancia dado que permite contrastar la calidad del agua fisicoquímica con los cambios biológicos del Medio Ambiente.

## ¿Chumngechi kimafiyin ñi chumley ti lafken mallolafken Mew warria?

Ti kangelu felen lafken warria küzatuniengey ñi mülen epu warrangka marri küla tripantu Mew.

Ñi ellnge peyüm fillke zungu kañi muleael kumukeku intro fill Mongen ñi kuñiutukun niael ti küme Mongen lo Reke.



# Bioindicadores de la calidad del agua

Los bioindicadores son organismos que, por su sensibilidad o tolerancia, reflejan la salud del lago. Complementan el monitoreo físico-químico y permiten interpretar procesos como eutrofización, pérdida de oxígeno o cambios de hábitat<sup>9</sup>. Dentro de los más utilizados se encuentran:

## Macrófitas acuáticas:

Indicador visible de la salud del lago.

Son plantas que viven total o parcialmente sumergidas. Su presencia, abundancia y tipo nos entregan señales claras sobre la salud ecológica del lago. Algunas especies solo prosperan en aguas limpias (oligotróficas), mientras otras se desarrollan en ambientes con excesos de nutrientes (eutróficos).



En el lago Villarrica se reporta una comunidad coherente de zooplacton con condiciones oligo a ultraoligotrófica, lo que indica una buena calidad ambiental.<sup>9,10</sup>



## Zooplacton:

Regulador más sensible del equilibrio biológico.

Son pequeños organismos acuáticos como rotíferos, copéodos y cladóceros (*Daphnia*) que se alimentan del fitoplancton. Su composición y abundancia permiten interpretar cambios en el estado trófico del lago. Algunas especies prosperan en aguas de buena calidad, mientras otras aumentan cuando existen alteraciones en el equilibrio.

Mi nombre es *Daphnia* y soy sensible a las cianotoxinas.<sup>11</sup>



## Fitoplancton:

Indicador temprano de eutrofización.

Son microalgas tales como diatomeas, clorofitas y cianobacterias. En equilibrio suelen dominar diatomeas y clorofitas, mientras que con exceso de nutrientes proliferan cianobacterias, incluso aquellas productoras de toxinas (microcistina). La clorofila-a y la composición del fitoplancton son excelentes termómetros del grado de eutrofización.<sup>12</sup>



# “Kimnge peyüm ti küme ko”

Ti pu zoy Kümelu kimke fingün zoy püchike zungu ñi chumlen ti lafken ñi Mongen.  
Kom pakefingün ka Leli kefingün.  
Ñi chumlen Ka ñi chumken.  
Ñi küme feleael Kom pu challwa mongelelu lafken Mew.

Soy el *Diplodon chilensis* y mi alimentación va en beneficio de todos.



## Moluscos filtradores:

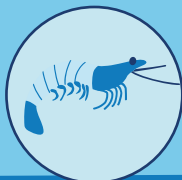
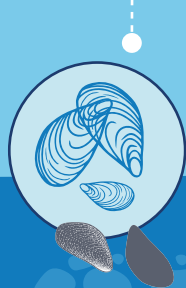
Regulador y biorremediador natural del lago.

El chorito de agua dulce (*Diplodon chilensis*) es una especie nativa y un guardián silencioso. Vive semienterrado, donde filtra constantemente el agua para alimentarse, reteniendo partículas y microorganismos. Contribuye a mantener la transparencia del agua y regula el exceso de fitoplancton.

## Macroinvertebrados:

Indicador de la memoria ecológica de cuerpos de agua.

Son pequeños animales (larvas de insectos, moluscos, crustáceos) que están presentes principalmente en el fondo del lago (bentos) y/o en menor proporción en la columna de agua. Su presencia revela la historia acumulada de la calidad del agua ya que permanecen semanas o meses en el mismo sitio y tienen distinta sensibilidad a la contaminación.

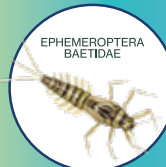


Agua contaminada

Agua limpia



DIPTERA  
CHIRONOMIDAE



EPTHEMEROPTERA  
BAETIDAE



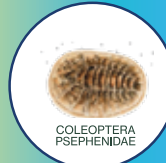
ELMIS SP.



DECAPODA  
AEGOLIDAE



PLATYHELMINTHES  
PLANARIA



COLEOPTERA  
PSEPHENIDAE



HIRUDINEA  
SANGUJUELA



EMPIDIDAE



GASTROPODA  
PHYSIDAE



KLOPTERYX SP.



EPTHEMEROPTERA  
AMELETOPSIDAE

Fuente: Imágenes macroinvertebrados del informe de bioindicadores MMA 2023.

# Soluciones ciudadanas

**El desafío de restaurar el lago no tiene una única causa ni una única solución. El enfoque debe ser integral, donde toda acción por muy pequeña que sea, suma para generar el cambio. El lago Villarrica es solo un espejo de nuestras acciones.**

Warria che ñi küme femael Kom inchiñ kuizakefiyñ ti mallolafken : püchike zungu zoy küme fenkey.

Küme ngüne nieliyin ti poz ko küme feleay ti lafken. Ka küme lif Kulele tripatripatuwe Ka ti poz ko pürürükulelu küme amuleay küme kuzaw.

## ¿QUÉ PODEMOS HACER PARA REDUCIR EL APOORTE DE NUTRIENTES AL LAGO?

Ahora que ya sabes qué está sucediendo en el lago, te convertiste en un puente de información para otras y otros, así todas y todos podremos ser parte de la solución. Recuerda que este Manual te puede ayudar a ello y que aquí está en formato digital:



### 1 Manejo de residuos domiciliarios

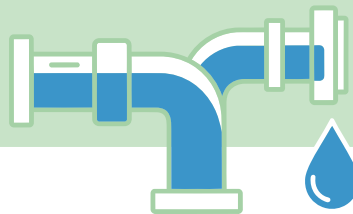
**Mantenimiento de fosas:** Asegúrate que tu fosa esté en buenas condiciones y cada vez que la limpies, cerciórate que los residuos sean correctamente dispuestos en una planta de tratamiento a través del certificado que la SEREMI de salud les entrega a las empresas Limpia fosas, de esta manera no aportarás nutrientes a los ríos ni al lago. El plan de descontaminación fiscalizará las descargas no autorizadas. Revisa el listado de empresas certificadas en la página de Aguas Araucanía [https://www.aguasaraucania.cl/p\\_1-463\\_datos-impia-fosas](https://www.aguasaraucania.cl/p_1-463_datos-impia-fosas)

**Evitar pozos negros:** Ya que estos no son sistemas capaces de tratar los desechos humanos, por lo que se filtran de manera subterránea, llegando a los cuerpos de agua más cercanos y finalmente al lago.

Una solución que puedes adoptar son las llamadas "Soluciones basadas en la naturaleza" como los humedales artificiales, o lombrifiltros, que retienen nutrientes y evitan que se contaminen las aguas.

**Reutilización de aguas grises tratadas:** Estas aguas corresponden a aguas residuales de bajo nivel de contaminación que provienen de usos domésticos y comerciales como duchas, lavadoras y tinas de baño, excluyendo las aguas negras que contienen desechos fecales. La reutilización de aguas grises puede ahorrar hasta un 70% del consumo de agua potable ya que por ejemplo, se puede acumular y reutilizar para regar plantas ornamentales, árboles frutales, lavado de vehículos, recarga de inodoros. Ver Ley de reuso de aguas grises 21.075.

**Alcantarillado:** Si tu vivienda está en zona urbana y no está conectada al sistema de alcantarillado, acércate a la empresa sanitaria para regularizar.



**2**

## Uso eficiente de abonos y fertilizantes

Utilizar las dosis de acuerdo a los análisis químicos de suelo y realizar la aplicación de estos en época adecuada (por ejemplo, no aplicar días antes de una lluvia), ayuda a que estos productos no se pierdan por escorrentía o erosión y lleguen finalmente a cursos de agua. Ver más en QR sobre buenas prácticas agrícolas del proyecto.

**3**

## Cuidado de riberas de cuerpos de agua

Mantener riberas de ríos, esteros, lagunas, humedales y lagos con vegetación nativa, o plantar vegetación nativa en riberas desprovistas, ayuda a prevenir que los desechos líquidos lleguen a las aguas, ya que funcionan como esponjas naturales que absorben el exceso de nutrientes, entregando una mejor calidad de las aguas y mayor disponibilidad durante el verano.

**4**

## Utilizar productos de limpieza biodegradables

Utilizar detergentes que contengan algún sello “Sin fosfatos”, “libre de Fosfatos”, “0% fosfatos”, ó escoger alternativas que tengan sello “biodegradable” o “ecofriendly”. La diferencia de estos productos es que, a diferencia de los detergentes convencionales, sus componentes no se acumulan ni contaminan el agua, el suelo o el aire.

**5**

## Monitoreo ciudadano y observación local

El monitoreo ciudadano es una poderosa herramienta de participación que nos permite conectarnos con el lago, observar sus señales y contribuir a su protección.

**Observa • Registra • Comparte • Actúa**

**Bloomin algae** es la plataforma de monitoreo ciudadano desarrollada por el Proyecto GEF Fósforo sostenible en la cuál puedes registrar fácilmente la presencia de floraciones de algas en cuerpos de agua de la cuenca.



Ti pu funanke fullkelu Kom kilpe ko mew küme ngüneafimi mawün külechi antü mew ti aliwin inaltu lil, lewfu mew, witrunko llozkontu lafken mew low key kiñe ka Reke lloukefi ti rume mülechi Kümeke fillem , kuiza mule ka küme niengele, küme zungufel. “Kintunge Kümeke , lif wezakelu”. Ecofriendly kangen no arre wezakelu.

## 6

## CANALES DE DENUNCIA Y ACCIÓN RESPONSABLE. TI PU FILLKE AMULZUNGU MEW FEY PINTUKUAFIMI KÜME KECHI

Si detecta eventos de contaminación del agua puedes denunciar a las siguientes instituciones del Estado.

Institución/Trawün che mew	Temática observada/Küme ngünel	Contacto/Wirrintukun
<b>Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de aguas servidas a cursos de agua sin contar con tratamiento.</li> <li>• Descargas ilegales a alcantarillados.</li> <li>• Proyectos en el territorio que no cuenten con autorización ambiental.</li> <li>• Ruidos molestos.</li> <li>• Fiscalización de proyectos industriales que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental.</li> </ul>	<a href="http://www.portal.sma.gob.cl/index.php/portal-ciudadano/denuncias/">www.portal.sma.gob.cl/index.php/portal-ciudadano/denuncias/</a>
<b>Seremi del Medio Ambiente de La Araucanía.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultas y solicitud de información sobre diversos temas asociados a Medio Ambiente, tales como Plan de • Descontaminación del lago Villarrica, economía circular, educación ambiental, calidad del aire, entre otras.</li> </ul>	<a href="http://www.mma.gob.cl/contacto/sistema-de-gestion-de-solicitudes/">www.mma.gob.cl/contacto/sistema-de-gestion-de-solicitudes/</a>
<b>Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malos olores de una Planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS).</li> <li>• Problemas asociados con el alcantarillado en zonas concesionadas y descarga de PTAS.</li> </ul>	<a href="http://www.siss.gob.cl/589/w3-propertyvalue-8996.html">www.siss.gob.cl/589/w3-propertyvalue-8996.html</a>
<b>Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación sobre la fauna por contaminación.</li> <li>• Cambios de uso de suelos.</li> </ul>	<a href="http://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/atencion-de-denuncias">www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/atencion-de-denuncias</a>
<b>Corporación Nacional Forestal ó (SERNAFOR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tala de bosque nativo sin autorización. Planes de manejo de Bosque nativo. Incendios en zona rural.</li> </ul>	<a href="https://oirs.conaf.cl/">https://oirs.conaf.cl/</a>
<b>Dirección General de Aguas, Región de La Araucanía (DGA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervenciones de Cauce y extracciones de agua sin autorización.</li> </ul>	<a href="http://www.siac.mop.gob.cl/">www.siac.mop.gob.cl/</a>
<b>Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obras de contención de cauce, proyectos técnicos asociados a extracción de material árido dentro del cauce.</li> </ul>	<a href="http://www.chileatiende.gob.cl/fichas/65447-consultas-redamos-felicitaciones-o-sugerencias-a-la-direccion-de-obras-hidraulicas-doh">www.chileatiende.gob.cl/fichas/65447-consultas-redamos-felicitaciones-o-sugerencias-a-la-direccion-de-obras-hidraulicas-doh</a>
<b>Seremi de Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de microcistina en período estival.</li> <li>• Fiscalización de proyectos sanitarios, o descargas no autorizadas (zona urbana - rural).</li> </ul>	<a href="http://www.oirs.minsal.cl/">www.oirs.minsal.cl/</a>
<b>Municipalidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autorización y fiscalización de proyectos de extracción de material árido. Permisos de edificación (DOM), ordenanzas ambientales comunales u otras.</li> </ul> <p>Contacto: <a href="http://www.sernapesca.cl/tramites/sistema-integral-de-informacion-y-atencion-ciudadana-siac/">www.sernapesca.cl/tramites/sistema-integral-de-informacion-y-atencion-ciudadana-siac/</a></p>	<p>Villarrica: <a href="http://www.munivillarrica.cl/denuncias-ambientales/">www.munivillarrica.cl/denuncias-ambientales/</a>  Pucón: <a href="http://www.municipalidadpucon.cl/tramites/oirs/login">www.municipalidadpucon.cl/tramites/oirs/login</a>.  Curarrehue: <a href="http://www.portal.curarrehue.cl/oirs">www.portal.curarrehue.cl/oirs</a>  <a href="http://www.sernapesca.cl/tramites/sistema-integral-de-informacion-y-atencion-ciudadana-siac/">www.sernapesca.cl/tramites/sistema-integral-de-informacion-y-atencion-ciudadana-siac/</a></p>
<b>Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas SBAP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de manejo de las áreas protegidas</li> <li>• Planes de manejo para la conservación de ecosistemas amenazados</li> <li>• Planes de restauración ecológica</li> <li>• Planes de prevención, control y erradicación de especies exóticas e invasoras</li> <li>• Labores que se le encomienden en virtud de los programas y subprogramas de fiscalización de la SMA.</li> </ul>	<a href="https://sgd.sbap.gob.cl/ventanillaUnica/login/?tra_id=20343559">https://sgd.sbap.gob.cl/ventanillaUnica/login/?tra_id=20343559</a>
<b>Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contingencia frente a observación de peces muertos, fiscalización de centros acuícolas, pesca furtiva.</li> </ul>	<a href="http://www.serviciosonline.directemar.cl/oirs/#/OIRS">www.serviciosonline.directemar.cl/oirs/#/OIRS</a>
<b>Capitanía de Puerto del lago Villarrica</b>	Autorización de embarcaciones, concesiones uso del borde lago.	

## Experiencias ciudadanas destacables

Warria che ñi küme zungu kizuyiñ ti rakizuam Mew,  
küme feleay ti lafken mallolafken pingelu.

**En los últimos años, distintas iniciativas locales han demostrado que la acción comunitaria puede marcar la diferencia en la conservación del Lago Villarrica, reflejando el vínculo de los y las habitantes de la cuenca con su entorno, la sensibilización al estado de salud de este y la capacidad para organizarse y actuar colectivamente por el cuidado de territorio. Algunos ejemplos son:**

- **Organizaciones sin fines de lucro y Organizaciones ciudadanas organizadas por la protección del Lago y cuenca:**

Se han creado organizaciones ciudadanas, organizaciones mapuche y organizaciones sin fines de lucro que trabajan en la protección, restauración y educación sobre del patrimonio natural de la cuenca del lago Villarrica. Sensibilizan y movilizan a la ciudadanía, además de dar seguimiento a acciones del estado, siendo un aporte a la protección del territorio.

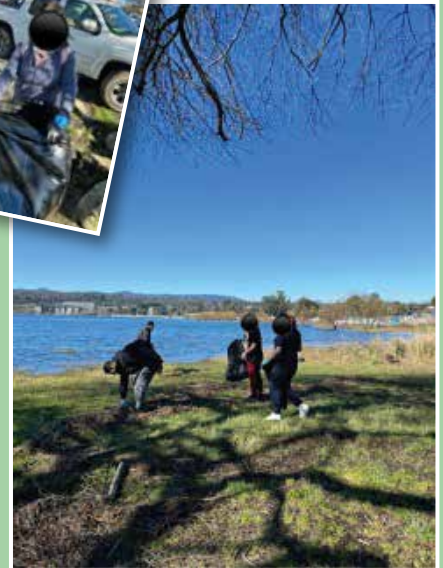
- **Campañas ciudadanas y jornadas de limpieza:**

Organizaciones vecinales, colegios, han realizado limpiezas de playas y orillas del lago, promoviendo la educación ambiental y la reflexión sobre el consumo responsable.



- **Escuela de Ciencia Ciudadana (Laboratorio de Ciencia ciudadana – UFRO Campus Pucón):**

Es un programa educativo, que capacita a estudiantes, docentes y vecinos en monitoreo biológico de ríos y lagos, usando monitoreo bacteriológico, físico químico y macroinvertebrados con la metodología Global Water Watch así como, plantas hidrófilas como bioindicadoras.



Jornada de limpieza, Escuela especial hospitalaria Revenir Villarrica.

# Referencias

- 1a. Little, C., Oyarzún, C. E., Lara, A., Pino, M., & Arismendi, I. (2015). Pérdida de bosque nativo y su reemplazo por plantaciones exóticas y praderas en la cuenca del río Valdivia (40°S), Chile: inferencias desde un análisis multi-temporal de imágenes satelitales. *GAYANA BOTANICA*, 72(2), 324-336.
- 1b. Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M., Arismendi, I., & Caviedes, J. (2009). Assessment of ecosystem services provisioning in the Valdivian temperate rainforests of Chile. *Forest Ecology and Management*, 258(9), 1930-1939.
2. Oyarzún, C. E., Sepúlveda-Zenteno, E. A., & Bown, H. (2021). Efecto del reemplazo de bosque nativo por plantaciones de rápido crecimiento sobre flujos de agua y sedimentos en cuencas de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 42(2), 119-130.
3. UNESCO. (2022). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2022: Aguas subterráneas: hacer 11. Ferrão-Filho, A. S., & Kozłowsky-Suzuki, B. (2011). Cyanotoxins: Bioaccumulation and Effects on Aquatic Animals. *Marine Drugs*, 9(12), 2729–2772. <https://doi.org/10.3390/md9122729> visible el recurso invisible.
4. Akinnawo, A. (2023). Estrategias de economía circular para la recuperación de nutrientes de aguas residuales municipales: una revisión. Tesis de Maestría, Universidad LUT.
5. Nimptsch, J., Woelfl, S., Osorio, S., Valenzuela, J., Moreira, C., & Ramos, V. (2016). First record of toxins associated with cyanobacterial blooms in oligotrophic North Patagonian lakes of Chile – a genomic approach. *International Review of Hydrobiology*, 101(1-2), 57-68.
6. SEREMI de Salud Región de La Araucanía. (2024). Programa de vigilancia de aguas recreacionales Lago Villarrica. [http://www.seremisalud9.cl/pagina\\_microsistina/temp/](http://www.seremisalud9.cl/pagina_microsistina/temp/)
7. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2025). Aprueba Plan de Descontaminación por clorofila "a", transparencia y fosforo disuelto, para la cuenca del Lago Villarrica. Decreto supremo N°12.
8. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2013). Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales del lago Villarrica. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1055224>
9. Ministerio del Medio Ambiente (MMA) & Universidad Católica de Temuco (UCT). (2023). Monitoreo de bioindicadores de calidad del agua en los lagos Villarrica y Llanquihue (ID 608897-79-LE22). Informe Final.
10. Soto, D., & Woelfl, S. (2013). Daily vertical distribution of zooplankton in two oligo-mesotrophic north Patagonian lakes (39° S, Chile). *Brazilian Journal of Biology*, 73(4), 729-736.
11. Schwarzenberger, A. (2022). Negative Effects of Cyanotoxins and Adaptative Responses of Daphnia. *Toxins*, 14(11), 770. <https://doi.org/10.3390/toxins14110770>
12. Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd ed.). Academic Press

## Manual de Acciones ciudadanas para reducir el aporte de nutrientes. Marzo 2026.

Proyecto internacional GEF Fósforo Sostenible (Up-Cycle).

Elaborado por:

Pablo Etcharren, Seremi del Medio Ambiente La Araucanía

Sergio Sairafi, Ministerio del Medio Ambiente

Valentina Escanilla, Ministerio del Medio Ambiente

Loreto Lagos, Laboratorio Ciencia Ciudadana y U. de la Frontera

Valentina Cárdenas, Fundación Chile

Daniela Salas, Fundación Chile.

Traductores Mapudungun: Rafael Huenupe y Patricio Sagredo

Edición: Emma Antón y Valentina Cárdenas

Diseño: Verónica Zurita.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### Cuenca hidrográfica

Territorio donde toda el agua de lluvia, nieve o escorrentía fluye hacia un mismo río, lago o cuerpo de agua. En una cuenca, bosques, suelos, ríos, humedales y ciudades están conectados.

### Escorrentía

Agua de lluvia que no se infiltra en el suelo y fluye por la superficie, arrastrando sedimentos, nutrientes y contaminantes hacia ríos y lagos.

### Nutrientes

Elementos como el fósforo y el nitrógeno que son esenciales para el crecimiento de plantas y algas. En exceso, pueden generar problemas como la eutrofización.

### Fósforo (P)

Nutriente esencial para la vida acuática. Cuando se acumula en exceso en el agua, favorece el crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas.

### Eutrofización

Proceso por el cual un cuerpo de agua recibe un exceso de nutrientes, provocando crecimiento masivo de algas y plantas acuáticas, disminución del oxígeno disuelto y deterioro de la biodiversidad.

### Estado trófico

Nivel de nutrientes y productividad biológica de un lago. Puede clasificarse como oligotrófico (bajo en nutrientes), mesotrófico (intermedio) o eutrófico (alto en nutrientes).

### Clorofila-a

Pigmento presente en algas y plantas que permite la fotosíntesis. En lagos, su concentración se usa como indicador del crecimiento de algas y del grado de eutrofización.

### Oxígeno disuelto (OD)

Cantidad de oxígeno presente en el agua. Es fundamental para la vida de peces y otros organismos acuáticos. La eutrofización puede disminuir sus niveles.

### Fitoplancton

Conjunto de microalgas y cianobacterias que flotan en el agua. Son bioindicadores del estado trófico del lago y responden rápidamente al aumento de nutrientes.

### Zooplancton

Pequeños organismos acuáticos (como rotíferos, copépodos y cladóceros) que se alimentan del fitoplancton y ayudan a mantener el equilibrio ecológico.

### Macrófitas acuáticas

Plantas acuáticas visibles a simple vista. Algunas especies indican aguas limpias y otras proliferan en ambientes con exceso de nutrientes.

### Macroinvertebrados bentónicos

Pequeños organismos que viven en el fondo del lago o río (larvas de insectos, moluscos, crustáceos). Su presencia o ausencia permite evaluar la calidad del agua.

### Franjas ribereñas

Vegetación ubicada en las orillas de ríos y lagos. Actúa como filtro natural, reteniendo sedimentos y nutrientes antes de que lleguen al agua.

### Caudal base

Flujo de agua que proviene de aguas subterráneas y alimenta ríos y lagos en períodos sin lluvia.

### Norma Secundaria de Calidad Ambiental

Instrumento legal que establece los niveles aceptables de ciertos parámetros (como fósforo, clorofila-a y oxígeno disuelto) para proteger la calidad del agua del lago.

### Plan de Descontaminación

Instrumento de gestión ambiental que establece medidas obligatorias para reducir la contaminación en una zona declarada saturada.

### Microcistina

Toxina producida por algunas cianobacterias durante florecimientos algales. Puede afectar la salud humana y animal.

# Anexo 1

## Fichas de Identificación de Macrófitas Bioindicadoras

En el QR se presenta el listado completo de especies registradas en la cuenca del Lago Villarrica (MMA & UCT, 2023), clasificadas según su tolerancia a la contaminación orgánica y el exceso de nutrientes. Este material sirve de guía y herramienta de campo para la Lectura Biológica del Taller de Monitoreo Ciudadano.

### AMIGAS DEL LAGO (Baja Tolerancia)



**Rol:** Indican condiciones de excelente calidad, baja turbidez y ambientes oligotróficos. Su presencia es un signo positivo de salud del ecosistema.

### INTERMEDIAS (Media Tolerancia)



**Rol:** Indican un estado mesotrófico o zonas de transición. Toleran un aporte moderado y constante de nutrientes.

### ALERTAS DEL LAGO (Alta Tolerancia)



**Rol:** Indican eutrofización activa. Estas especies prosperan con las altas concentraciones de nutrientes, a menudo formando masas densas. Su dominio es una señal de deterioro del ecosistema.

### FICHAS DESCARGABLES AQUÍ



Nombre Popular de la especie

Categoría / Rol  
Nombre científico de la especie

