

**CARTILLA 1**

**BUENAS  
PRÁCTICAS PARA  
PROTEGER  
LA CALIDAD DE  
LAS FUENTES  
DE AGUA**



**PROTECCIÓN**



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



ANA

Autoridad Nacional del Agua

**EL PERÚ PRIMERO**



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

## MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

### VICEMINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA AGRARIA Y RIEGO

#### Ministro de Agricultura

Gustavo Eduardo Mostajo Ocola

#### Viceministro de Políticas Agrarias

William Alberto Arteaga Donayre

#### Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego

Pablo Edgar Aranibar Osorio

#### Jefe de la Autoridad Nacional del Agua

Ing. Walter Obando Licera

#### Dirección de Planificación y Desarrollo de Recursos Hídricos

Ing. Carlos Antonio Perleche Fuentes

#### Proyecto GIRHT ANA-SENAGUA-GEF/PNUD

Proyecto “Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas y Acuíferos Transfronterizos Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla”.

Calle Francisco Navarrete N° 111 -3er piso – Tumbes

#### Coordinador Nacional del Proyecto GIRHT

Ing. Néstor Fuertes Escudero

#### Equipo de Revisión/ Seguimiento

- \* Ing. Hanny Quispe Guzmán
- \* Ing. Antonio Tamariz Ortiz
- \* Ing. José Luis Serna Farfán
- \* Bach. Luiggi Ballardo Evangelista
- \* Bach. Lourdes Laos Barrera
- \* Lic. Adriana Lalich Li
- \* Lic. Rolando Sosa Alzamora
- \* Lic. Lisett Trelles Alburqueque

# 4

## INTRODUCCIÓN

# 6

## CÓMO SE PRESENTA EL AGUA EN NUESTRO ENTORNO

#### Cartilla N° 01

**Buenas Prácticas para Proteger la Calidad de las Fuentes de Agua.**

Esta publicación ha sido posible gracias al Fondo por el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

#### Editor:

©Autoridad Nacional del Agua. Calle Diecisiete N° 355  
Urb. El Palomar, San Isidro, Lima.  
Telf. 01-226 0647 - Anexo 2400.  
[www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe)

Contenidos y Diseño: Caramba Comunicación Visual S.A.C.  
Lima. Telf: 922722139

Tiraje: 1000 ejemplares.  
Primera edición: Setiembre 2018

Se terminó de imprimir en Noviembre de 2018 por:

ARAL Editores E.I.R.L.,  
R.U.C. 20398953313  
Calle Juan José Farfán N° 326  
Sullana - Piura.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú  
N° 2018-14151

Se autoriza la reproducción parcial o total siempre y cuando se mencione la fuente.  
Distribución gratuita. Prohibida su venta.

8

*LA COMPOSICIÓN  
DEL AGUA*

10

*AGUAS RESIDUALES:  
LA CONTAMINACIÓN  
QUE VERTEMOS*

# ÍNDICE

12

*BUENAS PRÁCTICAS:  
TRATAMIENTO Y USO  
DE AGUAS RESIDUALES*

23

*BUENAS PRÁCTICAS:  
IDENTIFICACIÓN Y  
REPORTE DE FUENTES  
DE CONTAMINACIÓN*

30

*BUENAS PRÁCTICAS:  
MANEJO DE  
RESIDUOS SÓLIDOS*

38

*MARCO LEGAL*

16

*ESTÁNDARES DEL  
AGUA SALUDABLE*

24

*BUENAS PRÁCTICAS:  
CONTROL EN EL USO  
DE AGROQUÍMICOS*

35

*BUENAS PRÁCTICAS:  
MONITOREO DE LA  
CALIDAD DEL AGUA*

39

*BIBLIOGRAFÍA*

PARA PROTEGER LA CALIDAD DE LAS FUENTES DE AGUA

# INCORPOREMOS LAS BUENAS PRÁCTICAS

**E**l cuidado del agua nos involucra a todos. Y el primer paso para llevar a cabo esta tarea es conocer su importancia y la forma en que podemos contribuir. Ese es el propósito que anima esta publicación: ayudar que los distintos actores dispongan de un conocimiento fundamental para proteger y conservar la calidad de las fuentes de agua. Para ello queremos promover buenas prácticas que pueden aplicarse en las cuencas transfronterizas.

A lo largo de la cartilla presentaremos conceptos básicos referidos a los recursos hídricos, la calidad del agua y a los impactos de la contaminación. Pero pondremos énfasis en las buenas prácticas que debemos impulsar. Entre ellas podemos mencionar: el tratamiento y el reúso de aguas residuales, la identificación y reporte de fuentes de contaminación, la disposición adecuada de los residuos sólidos, el control en el uso de agroquímicos y la vigilancia y el monitoreo participativo de la calidad del agua.

Esta publicación está orientada a fortalecer las capacidades de las organizaciones de usuarios de agua, operadores, gobiernos locales y de las instituciones vinculadas a la gestión del agua, cuyos especialistas tienen que realizar tareas de capacitación en gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) y cultura del agua en las cuencas transfronterizas.

**BUENAS PRÁCTICAS PARA PROTEGER LA CALIDAD DE LAS FUENTES DE AGUA**



# ¿CÓMO SE PRESENTA EL AGUA EN NUESTRO ENTORNO?

La naturaleza ha sido generosa: el Perú se ubica entre los 20 países con mayor disponibilidad de recursos hídricos, según las Naciones Unidas. Esta riqueza hoy enfrenta la amenaza del cambio climático y se ve afectada por la contaminación.

tres vertientes: la del Océano Pacífico, la del río Amazonas y la del lago Titicaca. Además, nuestro país comparte un total de 34 cuencas transfronterizas, que abarcan en conjunto cerca de 800 mil kilómetros cuadrados (ANA, 2012).

El Perú dispone de una notable riqueza hídrica. Agrupadas en 159 cuencas, las fuentes de aguas superficiales y subterráneas presentan características propias que debemos evaluar al elegir de dónde abastecemos.

Estas fuentes de agua, que debemos cuidar, conforman cuencas hidrográficas, áreas en las que el agua discurre hacia un punto en común. Conviene analizar y gestionar estos recursos por cuenca, debido a la forma en que interactúan y a su impacto en el uso del suelo.

En el Perú existen 159 cuencas hidrográficas, distribuidas en

Las cuencas comprenden fuentes superficiales y subterráneas que pueden servir para el abastecimiento humano, para producir alimentos, para generar energía, para la vida acuática, etc. Para elegir la fuente de abastecimiento se consideran los requerimientos de los usuarios, la disponibilidad y la calidad del agua, así como los costos que demandaría hacer uso de ella.

# La cuenca hidrográfica transfronteriza



## CUENCA HIDROGRÁFICA

Es un área geográfica que drena agua hacia un punto en común, delimitada por lo que se conoce como las divisorias de agua.

## LÍMITE FRONTERIZO

## AGUAS SUPERFICIALES

Constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. Los desagües domésticos y las actividades productivas pueden afectar su calidad.

## AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se pueden captar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos. Generalmente están libres de microorganismos y son aptas para consumo humano.

## RÍO

Se define como el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o bien con mayor longitud.

## QUEBRADA

Es toda área que drena directamente a la corriente principal de una microcuenca.

## CUENCA HIDROLÓGICA

Se entiende como una unidad para la gestión dentro de la cuenca hidrográfica.

## Otras fuentes disponibles

Las aguas marinas (previa desalinización), los humedales costeros (luego de remover sólidos y de equilibrar la salinidad, y las aguas pluviales).



# LA COMPOSICIÓN DEL AGUA

**Para evaluar las condiciones del agua debemos examinar la presencia de diversos elementos, desde microorganismos hasta metales, pasando por compuestos orgánicos como los aceites y residuos industriales.**

¿De qué está compuesta el agua? Ante esta pregunta, la respuesta surge de inmediato:  $H_2O$ . Dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Sin embargo, esta respuesta resulta insuficiente si

queremos cuidar la calidad de este recurso en beneficio de la población. El agua arrastra muchos otros elementos y sustancias que influyen en lo que experimentamos al consumirla y que pueden impactar en la salud de las personas. Por eso, conviene vigilar su composición examinando diversos parámetros. Los parámetros miden características físicas, químicas y microbiológicas del agua, que sirven para evaluar sus condiciones para los diversos usos.

El agua es la protagonista de la cuenca. **Es importante proteger su calidad.**



## PARÁMETROS DEL AGUA



**Organolépticos:**  
Se trata de valores físicos, químicos y microbiológicos cuya presencia puede ser percibida por el consumidor a través de sus sentidos. En concreto, el olor, el color y el sabor del agua.

**Orgánicos:**  
Son compuestos químicos que contienen carbono. Algunos forman enlaces de doble carbono o de carbono-hidrógeno, y en muchos casos incluyen oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos y similares. Entre los compuestos que entran dentro de esta categoría figuran los hidrocarburos, los aceites, las grasas, los plaguicidas y residuos de origen industrial.

**Inorgánicos:**  
Este grupo abarca parámetros muy diversos. Lo que tienen en común es que no incluyen carbono. Entre ellos figuran características físico-químicas como la presencia de sólidos, carbonatos, sulfatos, nitratos y nitritos; metales (por ejemplo, arsénico, cadmio, cobre, plomo y zinc) y metaloides como el mercurio.

**Microbiológicos:**  
Estamos hablando de microorganismos que resultan dañinos para el ser humano. Los más usuales son las bacterias coliformes totales, las termotolerantes y la *Escherichia coli*. Además pueden detectarse virus, quistes, huevos y larvas de gusanos. También tienen importancia los llamados organismos de vida libre como las algas microscópicas y los protozoarios.



# AGUAS RESIDUALES: LA CONTAMINACIÓN QUE VERTEMOS

**Las actividades humanas afectan el agua con distintas clases de contaminantes, lo que exige el tratamiento de los efluentes para evitar daños en la salud y en el medio ambiente.**

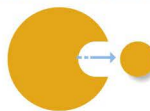
Tras ser usada con distintos fines, el agua adquiere elementos que no tenía en su composición natural. Hablamos, entonces, de aguas residuales, cuyo origen y características conviene conocer para mitigar la contaminación.

10

## Aguas residuales de tipo doméstico

Son de origen residencial, comercial e industrial. Contienen microorganismos potencialmente patógenos, materia inorgánica, detergentes y otros productos químicos.

*2.59 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales de tipo doméstico se vierten a diario a los sistemas de alcantarillado en Perú\**



*298,000 m<sup>3</sup> de aguas residuales de tipo doméstico se vierten a diario sin tratamiento a los ríos, mares, pampas o drenajes del Perú.*

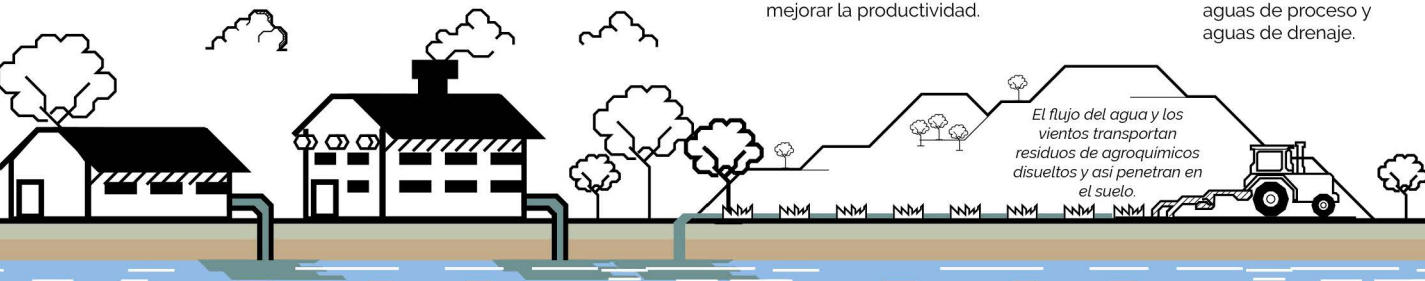
## Aguas de retorno y riego agrícola

Están representadas por las **aguas de drenaje de los campos de cultivo**, las cuales arrastran los residuos de agroquímicos (plaguicidas y abonos sintéticos) empleados en esta actividad para mejorar la productividad.

## Aguas residuales industriales

Son las que proceden de **actividades industriales en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación, se utiliza el agua**, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje.

*El flujo del agua y los vientos transportan residuos de agroquímicos disueltos y así penetran en el suelo.*



(\*) Cifra estimada (SUNASS, 2015).

En primer lugar, tenemos las aguas residuales domésticas, que transportan materia fecal, orina y otros desechos de la población. Deben ser depuradas antes de ser vertidas a los ríos y océanos, una tarea a cargo de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS), de las municipalidades y de las JASS (Junta Administradora de Servicios de Saneamiento).

También deben tratarse las aguas residuales de origen industrial, las cuales incorporan sustancias propias de la actividad en que se usaron. Por lo mismo, en ellas pueden encontrarse casi todos los tipos de contaminantes.

La actividad minera genera aguas residuales ácidas y con

alto contenido de metales. Pueden ser las descargas de los relaves y las “aguas de contacto” que provienen de depósitos de desmonte o de minerales. El riesgo de contaminación es mayor en la minería informal.

Las aguas provenientes de la actividad agrícola llevan consigo plaguicidas y fertilizantes que discurren hacia las zonas bajas. El uso excesivo de abonos ocasiona la acumulación de nitratos y fosfatos en el subsuelo. Estos pueden alcanzar las aguas subterráneas y superficiales y facilitar la proliferación de algas y plantas acuáticas. El resultado es el agotamiento del oxígeno en el lago, río o estanque, afectando la vida de otras especies (eutrofización).

**Tarde o temprano**  
los ríos evidenciarán  
los efectos  
negativos de la  
contaminación que  
paulatinamente ha  
venido afectándolos  
con el arrojado de  
residuos sólidos.

### Aguas residuales de tipo minero

Generadas por la actividad minera. Usualmente tienen condiciones ácidas y elevado contenido de metales.

La minería informal, por ende no regulada, vierte estas aguas indiscriminadamente y produce efectos nefastos en el ecosistema.



*La minería informal aurífera utiliza en sus procesos artesanales elementos contaminantes como el mercurio y el cianuro, entre otros, que son vertidos directamente a los cuerpos de agua a través de relaves y drenajes ácidos de mina.*

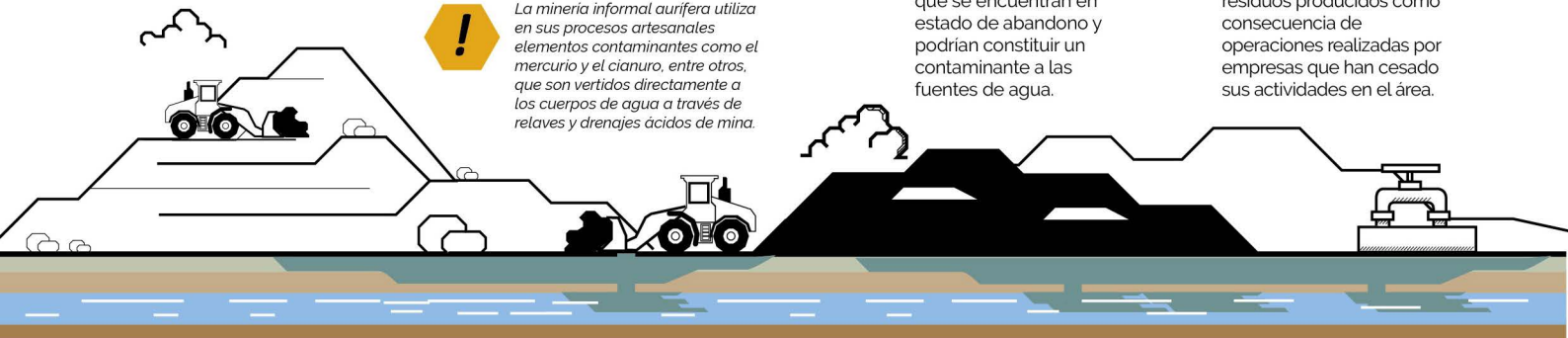


### Pasivos ambientales mineros

Son todo tipo de instalaciones, efluentes, emisiones, depósitos o residuos provenientes de las operaciones mineras que se encuentran en estado de abandono y podrían constituir un contaminante a las fuentes de agua.

### Pasivos ambientales de hidrocarburos

Corresponden a pozos e instalaciones mal cerradas, suelos contaminados, efluentes, emisiones, restos o residuos producidos como consecuencia de operaciones realizadas por empresas que han cesado sus actividades en el área.



# BUENAS PRÁCTICAS

## TRATAMIENTO Y REÚSO DE AGUAS RESIDUALES

12

La tecnología para el tratamiento de aguas residuales permite reducir la concentración de contaminantes de los efluentes, antes de verterlos en los cuerpos de agua. De esta manera es posible volver a emplear las aguas residuales, lo que eleva la eficiencia en el manejo de los recursos hídricos.

**Buena práctica** **Efecto**

### REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA

Incorporando nuevos hábitos y técnicas evitamos pérdidas de agua en las actividades cotidianas, en la agricultura y en la industria.

### Menor cantidad de aguas residuales

Lograremos una disminución en la generación de aguas residuales

### CONSTRUIR PLANTAS DE TRATAMIENTO

Se deben considerar las características geográficas, la factibilidad técnica y la posibilidad de una buena operación y mantenimiento.

**Funcionamiento eficiente de la PTAR.**

Se cumple con la remoción de contaminantes

**MANTENER LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) EN BUENAS CONDICIONES.**

Elaborar y cumplir el Plan de Operación y Mantenimiento y capacitar periódicamente al personal.

**Reduce cantidad de vertimientos**

Cuerpos de agua reciben menos cantidad de vertimientos.

“ Las plantas de tratamiento protegen el medio ambiente y la salud de las personas ”

**Disminuyen microorganismos peligrosos**

Efluentes con menos microorganismos peligrosos para la salud.

**Eliminar contaminantes**

El tratamiento permite eliminar otros contaminantes como metales y compuestos orgánicos.

**PROMOVER EL REÚSO EN EL RIEGO**

Las aguas residuales tratadas pueden destinarse a la agricultura si cumplen ciertas condiciones sanitarias.

**Mayor eficiencia en el agro**

Se consigue mayor eficiencia en el manejo de los recursos hídricos en el agro.

# VEGETACIÓN QUE DESCONTAMINA

## TRATAMIENTO Y REÚSO DE AGUAS RESIDUALES

**Una experiencia de Ecuador**  
Más de 200 familias del sector rural de San Agustín, en la provincia ecuatoriana El Oro, se han beneficiado con la instalación de un humedal artificial que permite el tratamiento y el reúso de aguas servidas. El humedal, diseñado para tratar un caudal de 3 l/s, emplea la vegetación para remover materia orgánica, nutrientes y otros contaminantes como metales pesados imitando el funcionamiento de los humedales naturales. Esta obra muestra eficiencia en la tarea de descontaminar los efluentes proveniente de comunidades pequeñas. Fue desarrollada por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Santa Rosa.

### Tecnología verde.

Las plantas que crecen en el humedal aprovechan los nutrientes y también retienen algunos contaminantes de las aguas servidas.



**Laguna en construcción.** El humedal se impermeabiliza para evitar pérdidas de agua.

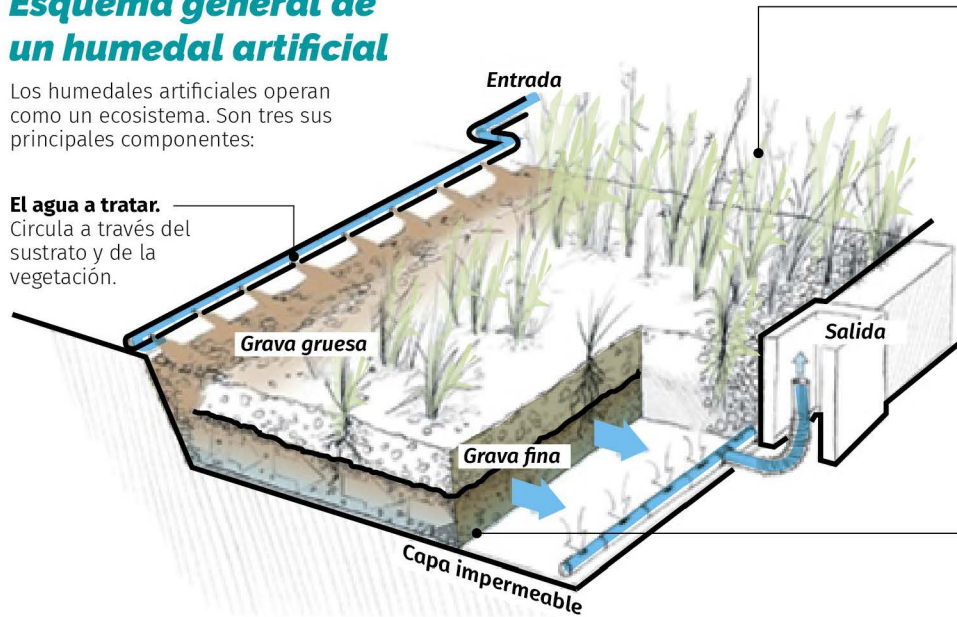


## Esquema general de un humedal artificial

Los humedales artificiales operan como un ecosistema. Son tres sus principales componentes:

### El agua a tratar.

Circula a través del sustrato y de la vegetación.



### La vegetación

(macrofitas). Contribuye a la oxigenación del sustrato y a la eliminación de nutrientes. En las zona de raíces se desarrolla la comunidad microbiana.

### El sustrato.


Sirve de soporte a la vegetación. Permite la fijación de la población microbiana, que ayudará a remover los contaminantes. Se emplean sustratos diferentes del terreno original.

Detalle de la circulación del agua en el humedal artificial.




Visita de técnicos del proyecto GIRHT al humedal artificial de San Agustín en el Cantón Santa Rosa.

# ESTÁNDARES DEL AGUA SALUDABLE



Solo se puede gestionar lo que se mide. En el caso de la calidad del agua, ello ha exigido que se establezcan valores referenciales a fin de evaluar si los parámetros se mantienen en niveles seguros para las personas.





Mantener una adecuada calidad del agua es fundamental para poder aprovechar el recurso. Si queremos evitar y reducir la contaminación, necesitamos saber a partir de qué punto estamos ante una situación de peligro; cuáles son las cantidades tolerables de los diferentes parámetros que pueden encontrarse en el agua y cuáles pueden resultar perjudiciales.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) determinan los valores de referencia. Cada Estado que integra una cuenca transfronteriza puede manejar sus propios estándares y establecer acuerdos binacionales para un entendimiento común, lo que supone un desafío, ya que las actividades humanas y productivas de un país ubicado en la parte alta de la cuenca pueden afectar a las poblaciones de la parte baja, correspondiente a un país diferente.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) determinan los valores de referencia. Cada Estado que integra una cuenca transfronteriza puede manejar sus propios estándares y establecer acuerdos binacionales para un entendimiento común.

En junio del 2017, el Gobierno Nacional aprobó los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua que se encuentran vigentes. La norma contempla más de 70 parámetros. Los distintos ECA están organizados de acuerdo con el uso que se le vaya a dar al agua, porque de él depende el nivel de exposición que tengan las personas a cada componente.

**Límites Máximos Permisibles (LMP)**

Este concepto, semejante al de los ECA, se suele aplicar en caso de efluentes para evitar daños a la salud o al ambiente. Los límites se establecen por sectores o actividades económicas.



**Calidad del agua**  
Mantener una adecuada calidad del agua es fundamental para poder aprovechar el recurso.

# PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

## ¿QUÉ SON LOS COLIFORMES?

- ✓ Los coliformes son especies de bacterias que comparten características bioquímicas similares. Resultan importantes porque a través de ellos se puede medir el grado de contaminación del agua.

## ¿CÓMO SE MIDEN?

Para fuentes superficiales y efluentes, se estima el número de bacterias usando una tabla estadística a partir de observaciones hechas en laboratorio. Se usa el indicador llamado Número Más Probable (NMP) por cada 100 mililitros.

**La *Escherichia coli*** es la mayor especie en el grupo de coliforme fecal. Su presencia nos da una certeza al 99% de que el agua está contaminada por restos de heces.

### Hallazgos

Diferentes monitoreos de la ANA han detectado coliformes fecales por encima de los ECA en las partes media y baja de la cuenca del río Puyango-Tumbes por descargas domésticas sin tratamiento.

### EVALUACIÓN DEL AGUA

Apta para el  
consumo  
humano

0 unidades formadoras  
de colonias/100 ml o  
menos de 18 NMP/100 ml  
de coliformes  
totales y fecales.

### CONSECUENCIAS

de consumir agua contaminada por coliformes que contienen patógenos

La fiebre, la diarrea y el dolor abdominal son síntomas comunes.

- Tifoidea
- Cólera
- Salmonelosis
- Infección por *Escherichia coli*

Fiebre

Diarrea y dolor abdominal

Desinfección:  
El cloro elimina  
las bacterias  
del agua.

También se  
pueden usar  
tecnologías  
como: ozono o  
luz ultravioleta.

# OXÍGENO- DBO-OD

## Hallazgos

El oxígeno disuelto es relativamente elevado en la cuenca alta del río Puyango-Tumbes, pero tiende a disminuir en la cuenca media y en la cuenca baja debido a los efluentes domésticos sin tratamiento.

## EVALUACIÓN DEL AGUA

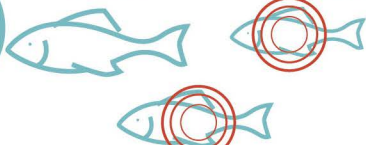
### Estándares de Calidad Ambiental

Los ECA consideran valores de OD superiores a 4 mg/L, 5 mg/L y 6 mg/L, según la categoría del recurso hídrico.

## CONSECUENCIAS

Si el OD baja de 5 mg/l la vida acuática es puesta bajo presión.

El agua con bajos valores de oxígeno indica...



Si permanece por debajo de 1-2 mg/l por algunas horas pueden morir muchos peces.

...probable contaminación orgánica.

## ¿EN QUÉ CONSISTE?

- ✓ Se trata de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. El oxígeno queda atrapado en ella al pasar por saltos o rápidos. También puede ser producto de la fotosíntesis.

## ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

- ✓ El oxígeno disuelto es esencial para la supervivencia de todos los organismos acuáticos. Por ello es uno de los indicadores de calidad de agua más confiables.

**Un parámetro** relacionado es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que es la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias al consumir material biodegradable. Si es alta, ofrece un indicio de contaminación orgánica y microbiológica.

# PLOMO

## ¿CÓMO SE PRESENTA?

- ✓ Este metal generalmente se le encuentra combinado con otros dos o más elementos. La mayoría de los niveles altos hallados en el ambiente se originan por actividades humanas.

## ¿CÓMO LLEGA AL AMBIENTE?

Puede entrar al ambiente desde minas de plomo y de otros minerales, y desde fábricas que usan dicho material; por ejemplo, las de municiones y baterías. Pequeñas cantidades de plomo pueden entrar a ríos, lagos y arroyos cuando las partículas del suelo son movilizadas por el agua de lluvia.

**Un nivel alto de plomo** en mujeres embarazadas puede inducir un nacimiento prematuro. La exposición en la gestación, durante la infancia o al comienzo de la niñez también puede retardar el desarrollo mental y reducir el coeficiente intelectual.

Por la **actividad minera informal** en la cuenca alta del río Puyango-Tumbes, se han detectado metales pesados como el plomo en toda la cuenca, en muchas ocasiones sobre los estándares de calidad de agua.

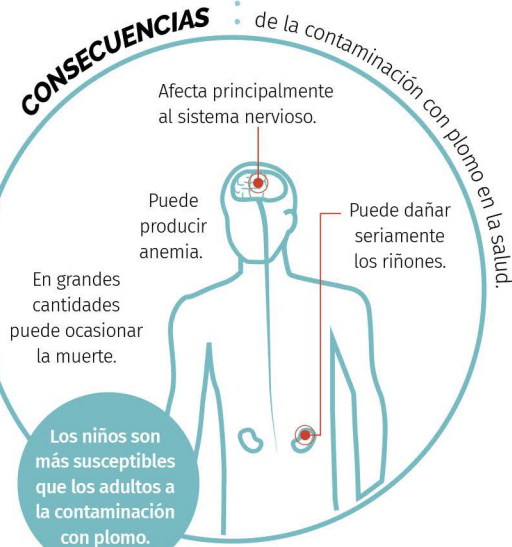
Fuente:  
Puño, 2016

## EVALUACIÓN DEL AGUA

### Estándares de Calidad Ambiental

Las aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección no pueden superar los 0.01 mg/L. Las aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional no pueden superar los 0.05 mg/L.

## CONSECUENCIAS



# CADMIO

## Hallazgos

Los resultados de los monitoreos indican la presencia de cadmio en el río Puyango-Tumbes, en algunos casos sobre los estándares de calidad de agua.

Fuente:  
Puño, 2016

## EVALUACIÓN DEL AGUA

### Estándares de Calidad Ambiental

En las aguas de donde se extraen o se cultivan moluscos y equinodermos (como el erizo), la concentración de cadmio no puede superar los 0,01 mg/L. La misma cantidad se aplica en agua para riego.

## ¿CÓMO SE PRESENTA?



Se trata de un metal blanco plateado que se encuentra en la corteza terrestre, asociado con minerales como el zinc, el plomo y el cobre.



## ¿CÓMO LLEGA AL AMBIENTE?

Se libera al suelo, agua y aire durante la extracción y refinación de metales no ferrosos, la manufactura y aplicación de abonos de fosfato, la combustión de combustibles fósiles, y la disposición e incineración de basura. Los organismos acuáticos pueden acumular cadmio.

## CONSECUENCIAS

Mayor fragilidad de los huesos si hay exposición prolongada pero en niveles más bajos.

Irritación grave al estómago, lo que produce vómitos y diarreas.

Daño renal severo si la exposición es prolongada y en cantidad importante.

**Prevención:**  
El tratamiento de aguas residuales con carbón activado ayuda a remover metales pesados como el cadmio.

La muerte en los casos más graves.

de la contaminación con cadmio en la salud.

En los **moluscos y crustáceos** el cadmio se acumula muy rápidamente, pero este metal también puede encontrarse, en concentraciones más bajas, en vegetales, cereales y tubérculos que sean ricos en almidón.

# ARSÉNICO

## ¿CÓMO SE PRESENTA?

- ✓ Existe tanto el arsénico orgánico como el inorgánico. El arsénico inorgánico se observa naturalmente en el suelo y en varios tipos de rocas, especialmente en minerales que contienen cobre o plomo.

## ¿CÓMO LLEGA AL AMBIENTE?

Puede entrar al aire, al agua y al suelo con el polvo que levanta el viento. También puede filtrarse al agua del subsuelo. Puede liberarse al ambiente cuando se extrae o se funde cobre y plomo. Además pueden liberarse a la atmósfera pequeñas cantidades desde plantas de carbón e incineradores.

La **fuentes principales de arsénico en la dieta** son los mariscos, seguidos por el arroz, hongos y aves de corral. Aunque los mariscos contienen la cantidad de arsénico más alta, se trata principalmente en una forma orgánica llamada arsenobetaina, no muy peligrosa.

Se han encontrado **valores superiores a los ECA** en la cuenca alta del río Zarumilla, pero los valores se reducen hasta niveles seguros mientras desciende el cauce. Se ha detectado arsénico en casi toda la cuenca del río Puyango-Tumbes, en muchos casos por encima de los ECA.

## EVALUACIÓN DEL AGUA

### Estándares de Calidad Ambiental

En las aguas que pueden potabilizarse con desinfección o con tratamiento convencional, el arsénico no debe superar los 0,01 mg/L. Donde se extraen mariscos y peces, el límite es 0,05 mg/L.

## CONSECUENCIAS

Fatiga y alteración del ritmo cardíaco por la reducción en la producción de glóbulos rojos

Irritación del estómago y de los intestinos con niveles bajos de arsénico.

Hormigueo en las extremidades por alteración en los nervios.

Oscurcimiento de la piel en manos, pies y torso por exposición oral prolongada.

La mayor parte del arsénico abandona el cuerpo en unos días por la orina, pero una cantidad permanecerá en el cuerpo durante meses o más tiempo.

de la contaminación con arsénico, en la salud.

# BUENAS PRÁCTICAS

## IDENTIFICACIÓN Y REPORTE DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Frente a los metales pesados, lo más recomendable es trabajar en prevención e identificar lo que podría afectar la calidad del agua.



**Buena práctica**



**Efecto**

### **DETERMINAR LA FUENTE DE METALES PESADOS**

Prestar atención a la minería informal, talleres de metalmecánica, fábricas de baterías, curtiembres, fundiciones artesanales y botaderos.

### **INICIAR ACCIONES PREVENTIVAS**

Identificadas las probables fuentes de contaminación y reportadas a la OEFA, se puede trabajar en acciones de prevención.

### **ALERTAR A LA OEFA**

Debe reportarse al Órgano de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), a través de sus órganos desconcentrados, cualquier situación que pueda generar contaminación a las fuentes de agua.

### **TRATAR OPORTUNAMENTE LOS EFLUENTES**

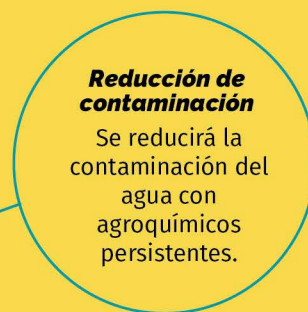
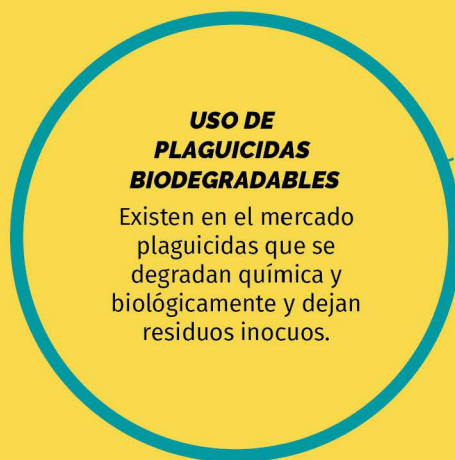
Se puede ayudar a través de la aplicación de microorganismos tolerantes a los metales pesados, la fitorremediación y los polímeros con capacidad de absorber metales.

# BUENAS PRÁCTICAS

## CONTROL EN EL USO DE AGROQUÍMICOS

24

Los pesticidas y otros productos empleados en la actividad agrícola pueden contaminar el agua. Por ello deben considerarse las siguientes recomendaciones.







### **REGISTRO DE FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS.**

El agricultor debe consignar el tipo, cantidades y destino final del producto.

### **Verificación de uso adecuado**

Permite hacer seguimiento y verificar el uso adecuado de estos productos.

### **Disminución de riesgo de ingreso de agroquímicos**

Se reducirá el riesgo por inundación y escorrentía, que facilita el ingreso de agroquímicos a los cuerpos de agua.

### **PROMOCIÓN DEL RIEGO TECNIFICADO**

Las prácticas recomendadas incluyen el riego por aspersión y el riego por goteo, que permiten un uso más eficiente del agua.

### **Menor uso de agroquímicos**

Se evitará la aplicación innecesaria de agroquímicos, sobre todo de plaguicidas granulares.

### **USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Se promoverá el uso de botas, guantes, tapabocas y procedimientos adecuados entre los trabajadores a cargo de la fumigación.

### **Reducción de riesgos**

Se reducirán riesgos a la salud en una de las poblaciones más expuestas a los agroquímicos.



El agua es la protagonista de la cuenca. **Es importante proteger su calidad.**



### **CAPACITACIÓN A LOS USUARIOS**

Las autoridades promoverán el uso de fertilizantes orgánicos y el uso racional de agroquímicos.

Cuando descuidamos las BUENAS PRÁCTICAS

## ENFERMEDADES HÍDRICAS

# ⊕ IMPACTOS A LA SALUD

**La contaminación del agua con residuos fecales, además de parásitos y diversas sustancias tóxicas, afecta las condiciones de vida de la población y provocando pérdidas humanas.**

Los problemas de salud relacionadas a la calidad del agua son llamadas enfermedades de origen hídrico, responsables del 65% de las hospitalizaciones, según información del Instituto Nacional de Salud (INS).

Algunas pueden deberse a químicos procedentes de la agricultura, la industria o la minería. Sin embargo, más frecuentes son las infecciones, muchas de las cuales son causadas por la contaminación del agua con excrementos. Entre estas figuran el cólera, la

tifoidea, la salmonelosis y las diarreas por *Escherichia coli*.

Un segundo grupo de infecciones se origina por la presencia de parásitos que tienen intermediarios en el agua. Dentro de esta categoría podemos nombrar la schistosomiasis, la paragonimiasis y la fasciolosis.

También existen enfermedades que se relacionan con una pobre higiene personal y que pueden contraerse cuando la piel o los ojos entran en contacto con agua contaminada. La tracoma, la conjuntivitis, la pediculosis y la leptospirosis están en este grupo.

Ciertos males se deben a organismos que proliferan en el agua y que ingresan por el tracto respiratorio. La bacteria *Legionella*, que causa neumonía, se suele transmitir por la inhalación de aerosoles contaminados.

**Los problemas de salud relacionados a la calidad del agua son llamadas enfermedades de origen hídrico, responsables del 65% de las hospitalizaciones.**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la contaminación del agua provoca

**MÁS DE 500 mil muertes en el mundo por diarrea al año**

La mayoría de las enfermedades hídricas se deben a la presencia de **metales pesados, fluoruros, nitratos y otros tóxicos** procedentes de la agricultura o la minería.

Otras enfermedades causadas por bacterias y virus que habitan en el intestino son la hepatitis A, la hepatitis E, la infección por rotavirus y la poliomielitis.

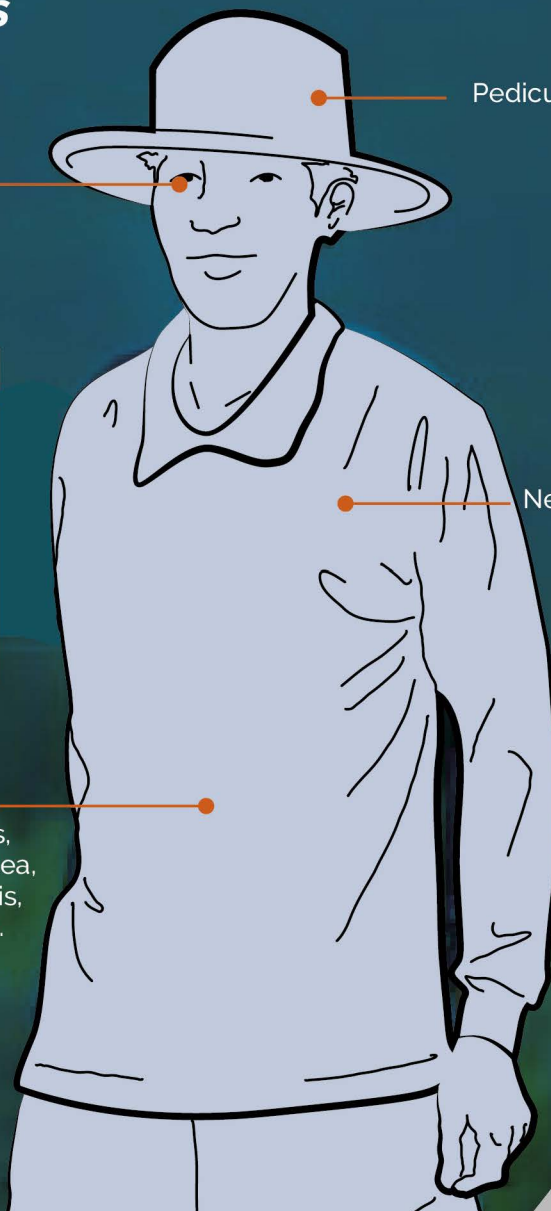
## PRINCIPALES AFECCIONES

Conjuntivitis

Pediculosis

Neumonía

Afecciones estomacales, cólera, tifoidea, salmonellosis, diarreas, etc.



Cuando descuidamos las BUENAS PRÁCTICAS

FRÁGIL EQUILIBRIO



# IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

**La mala calidad del agua perjudica a los ecosistemas acuáticos. La alteración de distintos parámetros rompe el equilibrio ambiental y puede ocasionar la muerte de plantas y de peces.**

Por la contaminación, el pH del agua se modifica. Si, por ejemplo, un río se vuelve ácido, facilita que se liberen los metales pesados presentes en el cauce. Los invertebrados y los peces terminan contaminados por estos metales, lo que supone un riesgo para el ser humano. La contaminación con metales también se produce por actividades como la minería ilegal.

En tanto, las descargas de los efluentes municipales impactan en la vida acuática debido a su elevada carga orgánica. La proliferación de bacterias agota el oxígeno del agua. Un proceso similar ocurre por el exceso de nutrientes traído por efluentes agrícolas.



## **Daño al agua**

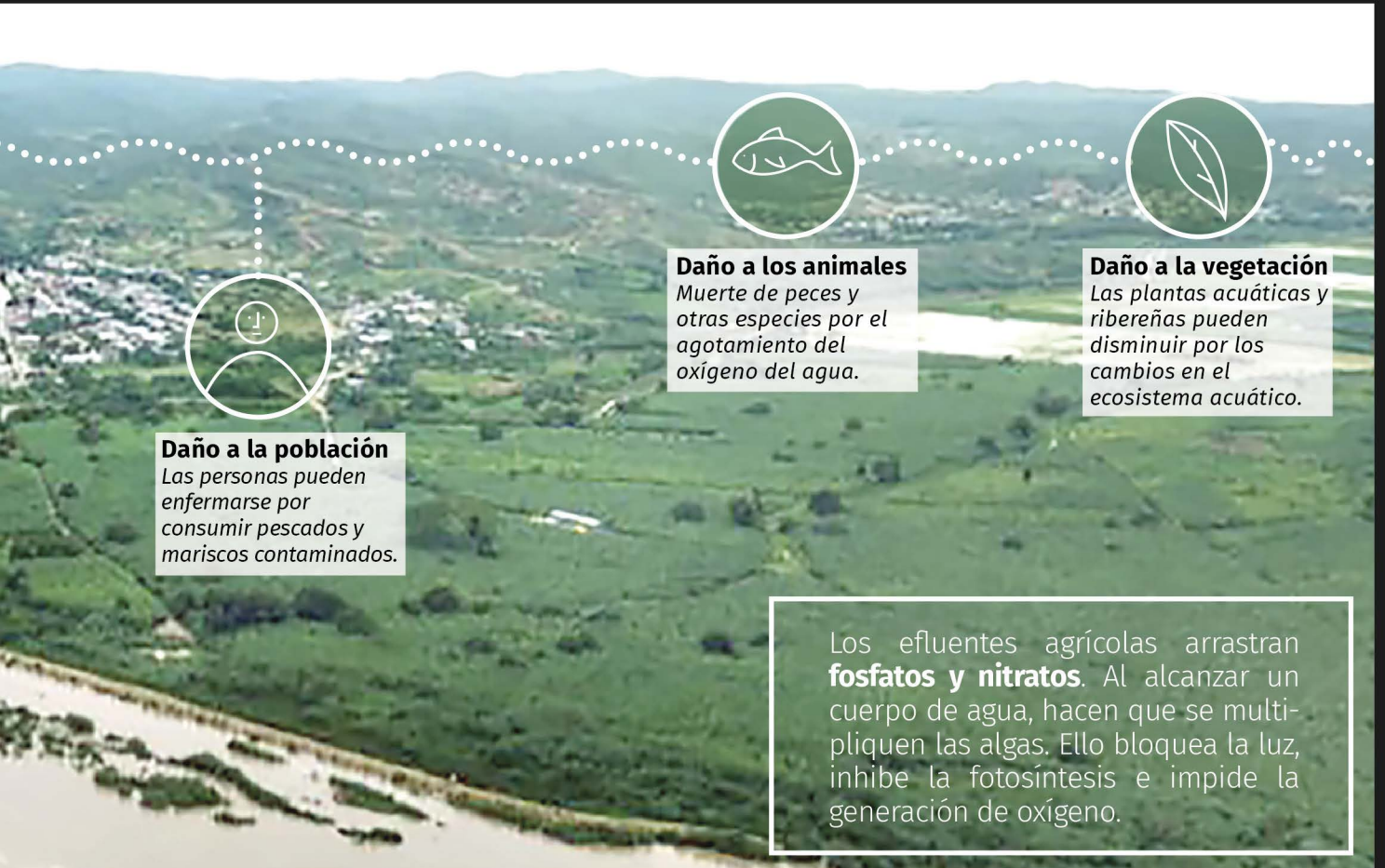
*Se modifica la composición natural del agua lo que puede afectar sus usos.*



En enero de 2017, un informe del Ministerio del Ambiente calculó que



Las actividades mineras en Zaruma y Portovello, Ecuador, contaminan el río Tumbes. La situación se agrava por la basura y las descargas domésticas arrojadas al río en el Perú.



#### **Daño a la población**

Las personas pueden enfermarse por consumir pescados y mariscos contaminados.



#### **Daño a los animales**

Muerte de peces y otras especies por el agotamiento del oxígeno del agua.



#### **Daño a la vegetación**

Las plantas acuáticas y ribereñas pueden disminuir por los cambios en el ecosistema acuático.

Los efluentes agrícolas arrastran **fosfatos y nitratos**. Al alcanzar un cuerpo de agua, hacen que se multipliquen las algas. Ello bloquea la luz, inhibe la fotosíntesis e impide la generación de oxígeno.

# BUENAS PRÁCTICAS

## MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

30

Cuidar la calidad de las fuentes de agua exige asegurar una adecuada disposición de los residuos sólidos. Esta tarea supone una responsabilidad importante para las autoridades locales.

 Buena práctica  Efecto

### **DISMINUIR LA GENERACIÓN DE BASURA**

Se debe enseñar a la población prácticas como el reuso, el reciclaje y la reducción de residuos sólidos.

### **PROMOVER LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS**

Las autoridades locales deben alentar la segregación de residuos en todas las etapas de la gestión de residuos.

### **Menor manejo de residuos**

Se reducirá la cantidad de residuos eliminados indebidamente.



### **IMPLEMENTAR RELLENOS DE SEGURIDAD**

También llamadas celdas de seguridad, permiten una disposición técnicamente adecuada de los residuos sólidos peligrosos.

### **PROHIBIR EL ARROJO DE BASURA AL RÍO**

Las autoridades locales deben vigilar que los residuos sólidos y los desmontes no se arrojen en los cuerpos de agua.

### **Calidad del agua más protegida**

Evita que la calidad de las fuentes de agua sea afectada por diversos contaminantes.



Corrigiendo la forma en que eliminamos los desechos, protegemos las fuentes de agua”

### **Entorno más protegido**

Se evita contaminar el entorno y potencialmente los cuerpos de agua.

### **Protección frente a lixiviados**

Se evita que los lixiviados contaminen los suelos, acuíferos o directamente los cuerpos de agua.



### **IMPLEMENTAR ADECUADOS RELLENOS SANITARIOS**

Estos deben incluir el correcto control de los subproductos de descomposición (lixiviados).

### **PRODUCCIÓN DE COMPOST Y HUMUS**

Los residuos sólidos orgánicos, como restos de alimentos, pueden servir para producir mejoradores de suelo.

### **Mejora productividad del agro**

Se contribuye a la productividad de los agricultores mientras se evita arrojar desperdicios.



# VIGILANCIA Y MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA

32

La fiscalización y vigilancia de los recursos hídricos es indispensable para garantizar su calidad. Para ello se requiere medir los indicadores físico-químicos y bacteriológicos a través de metodologías y procedimientos estandarizados. Solo de esta manera será posible producir información adecuada y oportuna que permita a las autoridades la toma de decisiones.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) establece los criterios de cumplimiento obligatorio para el monitoreo de la calidad de cuerpos de agua superficiales. Esto incluye el diseño del programa de monitoreo, la verificación de su cumplimiento y el monitoreo del impacto del vertimiento en el cuerpo de agua receptor.

El empleo de metodologías estandarizadas resulta importante no solo en la toma de muestras sino también en su acondicionamiento y transporte para el análisis. También se debe estandarizar la ubicación de las estaciones de monitoreo. En el 2016 se publicó el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.



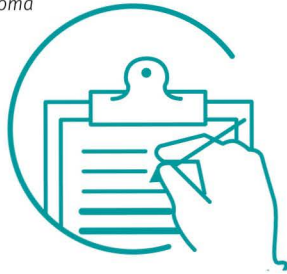
**Veedores.**  
Pobladores acreditados pueden acompañar a los técnicos en la toma de muestras.





## ¿CÓMO SE REALIZA LA TOMA DE MUESTRAS?

Es llevado a cabo por un equipo de especialistas con experiencia en toma de muestras.



Se realiza en los puntos de control y a una **profundidad previamente establecida por la Autoridad Nacional del Agua y sus órganos desconcentrados.**

**Los parámetros de campo deben medirse al momento del muestreo.** Estos son: pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros.

Antes de que las muestras lleguen a los laboratorios para ser analizadas, **debe garantizarse la preservación correcta, el etiquetado exacto, el llenado de cadenas de custodia, el embalaje seguro y el transporte adecuado.**

Los laboratorios encargados del análisis de las muestras obtenidas **deben contar con parámetros acreditados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL)**, o por una entidad internacional equivalente mediante la norma ISO 17025. Asimismo, deberán contar con los parámetros acreditados por el programa de monitoreo vigente



**Protocolos.** El recojo y el traslado de las muestras sigue procedimientos estandarizados.



# BUENAS PRÁCTICAS

## EN EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA



34

A continuación señalamos algunas recomendaciones adicionales para que el monitoreo aporte la información necesaria.

### **DETERMINAR LOS PARÁMETROS A MONITOREAR NECESARIOS**

tomando en cuenta las actividades poblacionales y productivas que afectan la calidad del afluente y la clasificación del cuerpo de agua receptor.

### **CUIDADOSA IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE LA RED DE MONITOREO.**

Esta tarea recae en las autoridades, quienes deben usar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y registrar puntos de referencia, accesibles y representativos.

### **Se logra monitorear de manera sostenida**

Al menos dos veces al año se monitorea un número de parámetros significativos en las fuentes de agua.

### **Respetar las fechas fijadas**

El monitoreo de la calidad del cuerpo receptor y del agua residual tratada debe realizarse en las mismas fechas.

### **Verificar la logística**

Se debe asegurar oportunamente que los laboratorios cuenten con las condiciones para procesar las muestras dentro del plazo requerido.

**ELABORAR UNA  
LÍNEA DE BASE DE LA  
CALIDAD DEL AGUA EN LAS  
CUENCAS TRANSFRONTERIZAS.**

En base a los resultados de las campañas de monitoreo se realiza una evaluación y diagnóstico de la calidad del agua, la cual servirá de línea de base para evaluar la efectividad de las medidas a implementar.

**Se evalúa la efectividad de las medidas** para la recuperar y proteger las fuentes de agua.



**Se logra buenos resultados de las acciones de monitoreo de la calidad del agua**

que permite adoptar medidas correctivas en caso de incumplimiento de los ECA.

**CAPACITACIÓN Y EQUIPAMIENTO DEL PERSONAL RESPONSABLE DEL MONITOREO,**

para lo cual se debe realizar una planificación y asignación de los recursos necesarios.

**PARTICIPACIÓN DE INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES LOCALES EN EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA,**

en los talleres de difusión y en la implementación de medidas correctivas.

**Instituciones y organizaciones, contribuyen con su experiencia y recursos,** en el monitoreo y protección de las fuentes de agua.

# VIGILANCIA PARTICIPATIVA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se considera importante incluir a la comunidad en los procesos de vigilancia de la calidad de las aguas, para lo cual se promueve que los monitoreos tengan carácter participativo. Ello implica que los representantes de las comunidades y de la autoridad competente participen en forma conjunta en espacios organizados de información. Este esfuerzo comprende usualmente las siguientes etapas:

**1** Talleres de sensibilización y capacitación con las poblaciones de la cuenca.

**2** Conformación del Comité de Monitoreo Participativo de Calidad del Agua (liderado por la autoridad competente con participación acreditada de representantes de organizaciones sociales, comunidades y gremios locales).

**3** Proponer, consensuar y aprobar el Plan de Trabajo del Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua.

**4** Ejecución del Plan de Monitoreo Participativo.

**5** Difusión de resultados y propuesta de acciones para proteger o mantener la calidad.

“

El agua nos beneficia a todos. Y **todos somos responsables** de su cuidado ”



# MARCO LEGAL

Promover el uso sostenible de los recursos naturales y resguardar el equilibrio del medio ambiente, en beneficio de las personas, son responsabilidades que la Constitución Política le asigna al Estado peruano. Esos principios generales se traducen en el compromiso de gestionar de forma adecuada los recursos hídricos y de asegurar el acceso de la población al agua potable.

*“El Estado promueve el manejo sostenible del agua, el cual se reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la Nación”, afirma el artículo 79-A de la Constitución.*

38



## La calidad del agua

Desde junio de 1997, la **Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales** (Ley Nº 26821) establece que los recursos hídricos, como las aguas superficiales y subterráneas, están bajo la protección del Estado y deben aprovecharse de forma sostenible. La **Ley General del Ambiente** (Ley Nº 28611), vigente desde 2005, precisa que el Estado está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico y fomenta el tratamiento de las aguas residuales con fines de reutilización.

Esta última norma definió los criterios que se deben tomar en cuenta para evaluar la calidad del agua: los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Estos refieren al nivel de concentración de algún parámetro o sustancia que no significa un riesgo para la salud de las personas o al ambiente. La ley también se refiere al Límite

Máximo Permissible (LMP), un concepto similar pero que se aplica en caso de los efluentes.

La **Política Nacional de Ambiente**, aprobada en el 2009 a través de un Decreto Supremo, coincide en que la calidad del agua es un objetivo prioritario para el país y señala que este recurso debe adecuarse a estándares que permitan evitar riesgos a la salud y al ambiente. Ello implica “identificar, vigilar y controlar las principales fuentes emisoras de efluentes contaminantes, privilegiando las cuencas que abastecen de agua a los centros urbanos”, según el documento.



## Vigilancia y control

La **Ley de Recursos Hídricos** (Ley Nº 29338) reitera que el Estado promueve y controla el aprovechamiento y la conservación sostenible de los recursos hídricos y previene que se vea afectada su calidad ambiental. Dicha ley asigna a la Autoridad Nacional la función de controlar, supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua).

La Autoridad Nacional del Agua también debe implementar medidas para prevenir y remediar la contaminación del agua. Ello incluye actividades de vigilancia y monitoreo, especialmente en las cuencas donde hay actividades que pongan en riesgo la calidad y cantidad de los recursos hídricos.

Como explicamos en la sección referida al monitoreo de la calidad de las

fuentes de agua, esta responsabilidad debe llevarse a cabo siguiendo procedimientos estandarizados. En el 2016 se publicó el **Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales**. Asimismo, un año después el Poder Ejecutivo aprobó los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua que se encuentran vigentes.



## Disposiciones sectoriales

En el 2010, el sector Salud aprobó, vía decreto supremo, el **Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**. El reglamento establece límites máximos permisibles para parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos, entre otros. Además asigna responsabilidades a los gobiernos regionales respecto a la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

También existen normas sectoriales referidas a las aguas residuales tratadas. El **Decreto Supremo Nº 003-2010-MINAM** definió los límites máximos permisibles para los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR). Este decreto del Ministerio del Ambiente indica que los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes.

Asimismo, la **Resolución Ministerial Nº 273-2013 del sector Vivienda** aprobó el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

# BIBLIOGRAFÍA



**Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2012).** Resultado del tercer monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en las cuencas de los ríos Tumbes y Zarumilla lado peruano. Tumbes.

**Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016).** Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos. Lima: ANA.

**Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016).** Priorización de Cuencas para la Gestión de los Recursos Hídricos. Lima: ANA.

**Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2017).** Todos merecemos una mejor calidad de agua. Rotafolio para uso del capacitador. Recuperado de [http://www.ana.gob.pe/contenido/rotafolios\\_99888981](http://www.ana.gob.pe/contenido/rotafolios_99888981)

**Cabezas, C. (s/a).** **Enfermedades de origen hídrico.** Recuperado de [http://167.249.11.60/anc\\_j28.1/images/stories/agua/cesarcabezas.pdf](http://167.249.11.60/anc_j28.1/images/stories/agua/cesarcabezas.pdf)

**Chávez, L. & De la Cruz, J. (2017).** **NIR Nº 007-2016/2017-GFECT-AS-DI-DIDP.** Contaminación del Río Tumbes. (Reporte del Departamento de Investigación y Documentación Parlamentaria del Congreso de la República). Lima.

**Congreso de la República. (15 de octubre de 2005).** Ley General del Ambiente [Ley Nº 28611].

**Congreso de la República. (31 de marzo de 2009).** Ley de Recursos Hídricos [Ley Nº 29338].

**Ministerio del Ambiente. (2011).** Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA-Perú) 2011-2021 [Aprobado por D.S. Nº14-2011-MINAM].

**Ministerio del Ambiente. (7 de junio de 2017).** Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias [Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM].

**Proyecto Binacional Catamayo Chira. (2007).** Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua de la Cuenca Binacional Catamayo Chira: Informe Preliminar de Resultados.

**Puño, N. (2015).** Plan de manejo ambiental del recurso hídrico de la cuenca del río Puyango Tumbes. El Misionero del Agro, revista de la Universidad Agraria del Ecuador, (7), 7-18.

**Puño, N. (2016).** Plan de manejo ambiental del recurso hídrico de la cuenca del río Puyango Tumbes. Revista Manglar, 13 (2), 53-61.

**World Health Organization. (2017).** Water-related diseases. Recuperado de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases-risks/diseases/diarrhoea/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/diseases/diarrhoea/en/)



**Autoridad Nacional del Agua**

Calle Diecisiete No. 355, Urb. El Palomar,

San Isidro - Lima, Perú

Telf: 511-2243298

[www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe)

[www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)

