

# Contaminación y purificación del agua

Cartilla de capacitación para promotores y promotoras de agua de comunidades de las TCOs



San Ignacio de Mojos  
Beni – Bolivia  
Septiembre de 2009

## ÍNDICE

1.	La importancia del agua .....	2
2.	Definicion, composicion y propiedades del agua.....	8
3.	Funciones biologicas del agua .....	9
4.	Tipos de agua.....	12
5.	Causas de la contaminacion del agua.....	14
6.	Enfermedades producidas por la contaminacion del agua.....	18
7.	Tipos de purificación de agua.....	22
7.1.	Purificacion de agua por sedimentacion .....	22
7.2.	Purificacion de agua por filtracion .....	23
7.3.	Purificacion de agua por desinfeccion .....	24
7.4.	Purificacion de agua por cloracion .....	25
7.5.	Purificacion de agua por ozono .....	26
7.6.	Purificacion de agua por rayos ultravioleta .....	27

## **EL AGUA**

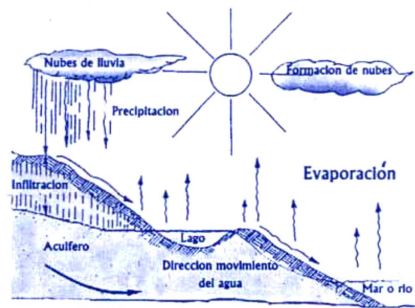
El agua es un líquido indispensable para la vida, por lo que es importante que esté libre de contaminación para evitar enfermedades. Se tratarán temas de la importancia, purificación y contaminación del agua.

### **1. LA IMPORTANCIA DEL AGUA**

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales y es uno de los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo, junto con el aire, la tierra y la energía.

El agua es el compuesto químico más abundante del planeta y resulta

indispensable para el desarrollo de la vida. Está formado por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, y su fórmula química es  $H_2O$ . En la naturaleza se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso.



El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino nociva, de calidad deficiente.

La evaluación de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas; sin embargo hoy en día, la

importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda.

La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha permitido evidenciar que entre los factores o agentes que causan la contaminación de ella están: agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radioactivas y el calor.

La contaminación del agua es el grado de impurificación, que puede originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante períodos previsibles de tiempo.

Se considera que el agua está contaminada, cuando ya no puede utilizarse para el uso que se le iba a dar, en su estado natural o cuando se ven alteradas sus propiedades químicas, físicas, biológicas y/o su composición. En líneas generales, el agua está contaminada cuando pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas.

Para evitar las consecuencias del uso del agua contaminada se han ideado mecanismos de control temprano de la contaminación. Existen normas que establecen los rangos permisibles de contaminación, que buscan asegurar que el agua que se utiliza no sea dañina. Cada país debe tener una institución que

se encargue de dicho control. En Estados Unidos existen parámetros mencionados en la Farmacopea de los Estados Unidos (USP) que norman en relación a las especificaciones de todo tipo en el agua potable, en el área microbiológica se toman en cuenta niveles de alerta y niveles de acción.

A pesar del control y prevención que se persigue en muchos países, se reportan aguas contaminadas con coliformes lo que hace que la calidad del agua no sea la deseada, si bien muchos países tienen agua en grandes cantidades, el aumento poblacional, la contaminación de las industrias, el uso excesivo de agroquímicos, la falta de tratamiento de aguas negras y la erosión de suelos por la deforestación hacen que ese recurso sea escaso. En Guatemala cada año se

producen 380 millones de metros cúbicos de aguas negras y de ellos, sólo 19 millones son tratados. El resto llega con toda su carga contaminante a los ríos y lagos.

La provisión de agua dulce está disminuyendo a nivel mundial, 1200 millones de habitantes no tienen acceso a una fuente de agua potable segura. Las enfermedades por aguas contaminadas matan más de 4 millones de niños al año y 20% de todas las especies acuáticas de agua fresca están extintas o en peligro de desaparecer.



## **2. DEFINICION, COMPOSICION Y PROPIEDADES DEL AGUA**

El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido que está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O).

A la presión atmosférica normal (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es a los 0 °C y su punto de ebullición, a los 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C y se expande al congelarse. Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura. El agua es uno de los agentes ionizantes más conocidos.

Puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua, se le conoce frecuentemente como el disolvente universal. El agua se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes.

### **3. FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA**

El agua es el componente principal de la materia viva. Constituye del 50 al 90% de la masa de los organismos vivos. Es esencial para todos los tipos de vida, incluso para aquellos organismos que la evolución condujo a tierra firme, el agua resulta indispensable, de modo que una buena parte de sus estrategias de

adaptación tienden al mantenimiento de un cierto grado de humedad en su interior.

Pueden resumirse en cinco las principales funciones biológicas del agua:

- Es un excelente disolvente, especialmente de las sustancias iónicas y de los compuestos polares. Incluso muchas moléculas orgánicas no solubles como los lípidos o un buen número de proteínas forman, en el agua, dispersiones coloidales, con importantes propiedades biológicas.
- Participa por sí misma, como agente químico reactivo, en la hidratación, hidrólisis y oxidación-reducción, facilitando otras muchas reacciones.

- Permite el movimiento en su seno de las partículas disueltas (difusión) y constituye el principal agente de transporte de muchas sustancias nutritivas reguladoras o de excreción.
- Gracias a sus notables características térmicas (elevados calor específico y calor de evaporación) constituye un excelente termorregulador, una propiedad que permite el mantenimiento de la vida de los organismos, en una amplia gama de ambientes térmicos.
- Interviene, en especial en las plantas, en el mantenimiento de la estructura y la forma de las células y de los organismos.

#### **4. TIPOS DE AGUA**

Existen diferentes tipos de agua, de acuerdo a su procedencia y uso: de manantial, potable y residual. El agua de manantial es el flujo natural de agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área restringida. Puede aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, laguna o lagos. Su localización está en relación con la naturaleza de las rocas, la disposición de estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve, ya que un manantial tiene lugar donde un nivel freático se corta con la superficie.

Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes, y tener origen atmosférico (agua de lluvia que se filtra en la tierra y surge en otro lugar a menor altitud) o ígneo, dando lugar a manantiales de agua caliente o aguas termales, calentadas por contacto con rocas ígneas.

La naturaleza a través del ciclo del agua, trabaja para limpiarla, sin embargo no tiene la capacidad suficiente para eliminar todas las sustancias y contaminantes que se vierten al agua. Por ello el agua captada de los ríos es llevada por una línea de conducción, a una planta de tratamiento para purificarla y hacerla potable y apta para el consumo humano. Ya potable el agua es conducida a

tanques de distribución que a través de redes de distribución surten a los diferentes sectores de la ciudad.

Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual. Las aguas residuales pueden tener origen doméstico, industrial, subterráneo o meteorológico y reciben los siguientes nombres respectivamente: domésticas, industriales, de infiltración y pluviales.

## **5. CAUSAS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA**

Las fuertes concentraciones de población contribuyen a la rápida contaminación del agua y otros tipos de contaminación. Agua contaminada es el agua a la que

se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Los principales contaminantes del agua son:

- ✓ Agentes patógenos: bacterias, virus, protozoarios y parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.
- ✓ Desechos que requieren oxígeno: los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si



hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.

- ✓ Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo) que envenenan el agua.
- ✓ Los nutrientes vegetales que pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- ✓ Sustancias químicas orgánicas: petróleo, plásticos, plaguicidas y detergentes que amenazan la vida.

- ✓ Sedimentos o materia suspendida: partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- ✓ Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- ✓ Calor: ingresos de agua caliente disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

## 6. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR LA CONTAMINACION DEL AGUA

De las 37 enfermedades más comunes entre la población de América Latina, 21 están relacionadas con la falta de agua y con agua contaminada. En la provincia Moxos la mortalidad infantil asciende a 64, de mil nacidos vivos, de los cuales el 9,7% mueren por Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA).

Las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua.



Las enfermedades transmitidas por medio de aguas contaminadas, insectos y bacterias son: cólera, tifoidea y paratifoidea, disentería bacilar y amebiana, diarrea, hepatitis infecciosa, parasitismo, filariasis, malaria, tripanosomiasis, oncocercosis, schistosomiasis, tracoma, conjuntivitis y ascariasis; entre otras. La enfermedad transmitida, los síntomas y su tratamiento dependen del tipo de microorganismo presente en el agua y de su concentración.

## Bacterias más comunes en aguas contaminadas

Tipo de bacteria	Enfermedad/infección causada	Síntomas
Aeromonas sp.	Enteritis	Diarrea muy líquida, con sangre y moco
Campylobacter jejuni	Campilobacteriosis	Gripe, diarreas, dolor de cabeza y estómago, fiebre, calambres y náuseas
Escherichia coli	Infecciones del tracto urinario, meningitis neonatal, enfermedades intestinales	Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos
Plesiomonas shigelloides	Plesiomonas-infección	Náuseas, dolores de estómago y diarrea acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza y vómitos.
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Fiebre
Salmonella sp.	Salmonelosis	Mareos, calambres intestinales, vómitos, diarrea y a veces fiebre leve.
Streptococcus sp.	Enfermedad (gastro) intestinal	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a veces vómitos.
Vibrio El Tor (agua dulce)	Cólera (forma leve)	Fuerte diarrea

## Protozoos más comunes en aguas contaminadas

Tipo de protozoo	Enfermedad/infección causada	Síntomas
Amoeba	Disentería amebode	Fuerte diarrea, dolor de cabeza, dolor abdominal, escalofríos, fiebre; si no se trata puede causar abscesos en el hígado, perforación intestinal y muerte
Cryptosporidium parvum	Criptosporidiosis	Sensación de mareo, diarrea acuosa, vómitos, falta de apetito
Giardia lamblia	Giardiasis	Diarrea, calambres abdominales, flatulencia, eructos, fatiga
Toxoplasma gondii	Toxoplasmosis	Gripe, inflamación de las glándulas linfáticas en mujeres embarazadas, aborto e infecciones cerebrales.

## **7. TIPOS DE PURIFICACIÓN DE AGUA**

### **7.1. PURIFICACION DE AGUA POR SEDIMENTACION**

La sedimentación consiste en dejar el agua de un contenedor en reposo, para que los sólidos que posee se separen y se dirijan al fondo. La mayor parte de las técnicas de sedimentación se fundamentan en la acción de la gravedad.

La sedimentación puede ser simple o secundaria. La sedimentación simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de otro tratamiento especial; mientras mayor sea el tiempo de reposo mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbidez será menor, haciendo el agua más transparente.

El reposo natural prolongado también ayuda a mejorar la calidad del agua, pues provee oportunidad de la acción directa del aire y los rayos solares, lo cual mejora el sabor y elimina algunas sustancias nocivas del agua.

La sedimentación secundaria ocurre cuando se aplica un coagulante para producir el asiento de la materia sólida contenida en el agua.

## **7.2. PURIFICACION DE AGUA POR FILTRACION**

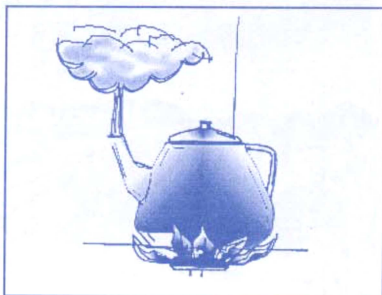
La filtración es el proceso de separar un sólido del líquido en el que está suspendido al hacerlos pasar a través de un medio poroso (filtro) que retiene al sólido y por el cual el líquido puede pasar fácilmente.





Se emplea para obtener una mayor clarificación, generalmente se aplica después de la sedimentación para eliminar las sustancias que no salieron del agua durante su decantación.

### **7.3. PURIFICACION DE AGUA POR DESINFECCION**



Se refiere a la destrucción de los microorganismos patógenos del agua ya que su desarrollo es perjudicial para la salud. Se puede realizar por

medio de ebullición que consiste en hervir el agua durante 1 minuto y para mejorarle el sabor se pasa de un envase a otro varias veces, proceso conocido como aireación, después se deja reposar por varias horas y se le agrega una pizca de sal por cada litro de agua. Cuando no se puede hervir el agua se puede hacer por medio de un tratamiento químico comunmente con cloro o yodo.

#### **7.4. PURIFICACION DE AGUA POR CLORACION**



Cloración es el procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados, como el hipoclorito de sodio o de calcio. En las plantas de

tratamiento de agua de gran capacidad, el cloro se aplica después de la filtración. Para obtener una desinfección adecuada, el cloro deberá estar en contacto con el agua por lo menos durante veinte minutos; transcurrido ese tiempo podrá considerarse el agua como sanitariamente segura. Para desinfectar el agua para consumo humano generalmente se utiliza hipoclorito de sodio al 5.1% (lavandina). Se agrega una gota por cada litro a desinfectar; esto se lo puede hacer en forma casera.

## **7.5. PURIFICACION DE AGUA POR OZONO**

Es el desinfectante más potente que se conoce, el único que responde realmente ante los casos difíciles (presencia de amebas, etc.). No comunica ni

sabor ni olor al agua; la inversión inicial de una instalación para tratamiento por ozono es superior a la de cloración pero posee la ventaja que no deja ningún residuo.

## **7.6. PURIFICACION DE AGUA POR RAYOS ULTRAVIOLETA**

La desinfección por ultravioleta usa la luz como fuente encerrada en un estuche protector, montado de manera que, cuando pasa el flujo de agua a través del estuche, los rayos ultravioleta son emitidos y absorbidos dentro del compartimiento. Cuando la energía ultravioleta es absorbida por el mecanismo reproductor de las bacterias y virus, el material genético (ADN/ARN) es

modificado, de manera que no puede reproducirse. Los microorganismos se consideran muertos y el riesgo de contraer una enfermedad, es eliminado.

Los rayos ultravioleta se encuentran en la luz del sol y emiten una energía fuerte y electromagnética. Están en la escala de ondas cortas, invisibles, con una longitud de onda de 100 a 400 nm (1 nanómetro =  $10^{-9}$ m).

### ➤ **El método sodis**

SODIS es un método sencillo de desinfección a nivel casero, el cual básicamente utiliza la luz del sol, agua clara y botellas de plástico transparente.

SODIS requiere radiación solar.

Bajo condiciones normales (cielo despejado o poco nublado), el tiempo mínimo de exposición es de 6 horas (3 horas antes y 3 horas después del mediodía).

Cuando se tienen días nublados sin

lluvia), se recomienda dejar las botellas expuestas por dos días seguidos.

El agua debe ser clara y transparente para la correcta aplicación del método (turbiedad inferior a 30 UNT). Si el agua se toma de una fuente superficial, como



un río, debe ser filtrada previamente con una tela limpia, de tal forma que no existan partículas visibles en el agua.

Las botellas a ser utilizadas deben ser transparentes, de plástico retornable o descartable.

No se deben utilizar botellas de color.

Las botellas deben tener preferiblemente un volumen de 2litros.

En el caso de las botellas descartables, se debe retirar las etiquetas previamente al uso.

No se recomienda el uso de botellas de vidrio.

## FUENTE BIBLIOGRÁFICA

Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. 2004. Organización y movilización comunitaria; desarrollo comunitario. La Paz, Bolivia.

Creative Commons. 2006. Enciclopedia virtual.

Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. 2004. Guía de agua; aprendamos juntos. La Paz, Bolivia.

Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. 2004. Operación y mantenimiento de sistemas de aguas rurales; manual. La Paz, Bolivia.