

# Medición del cloro residual en el agua



Organización Mundial de la Salud

## La importancia del cloro en el agua

La mayoría de las enfermedades más comunes que se encuentran en comunidades traumatizadas después de un desastre, están relacionadas con el consumo de agua contaminada. La contaminación se puede dar por microorganismos (tabla 1) o por productos químicos naturales o hechos por el hombre (tabla 2). Esta hoja informativa se concentra en los problemas causados por el consumo de agua contaminada con microorganismos, puesto que son de lejos los más comunes y se pueden reducir con la cloración. La contaminación química es difícil de tratar y requiere conocimiento y equipos especializados.

**Tabla 1. Enfermedades relacionadas con el consumo de agua**

Diarrea*
Fiebre tifoidea*
Hepatitis*
Cólera*

*\*El agua contaminada no es la única causa de estas enfermedades; la cantidad de agua, la falta de saneamiento y las malas prácticas de higiene también juegan un papel importante.*

**Tabla 2. Algunos contaminantes químicos del agua para consumo que pueden ser perjudiciales para la salud**

Arsénico	Flúor
Cadmio	Plomo
Cromo	Mercurio
Cianuro	

Las personas que viven en el mismo lugar durante toda su vida y consumen regularmente agua contaminada, pueden volverse algo resistentes a los contaminantes y sufrir pocos problemas de salud o ninguno. Sin embargo, las comunidades afectadas por una emergencia son muy diferentes.

Las emergencias tienen tres efectos relevantes en las personas:

- obligan a las personas a mudarse a otros lugares donde la calidad del agua puede ser diferente de la que consumen normalmente y para la que no poseen inmunidad;
- obligan a las personas a vivir en malas condiciones, como en tiendas o en construcciones temporales, lo que les hace difícil mantener buenas prácticas de higiene, y
- afectan su dieta, generalmente reducen su valor nutricional, y las hace más vulnerables a las enfermedades.

Por eso es tan importante que todas las personas afectadas por la emergencia reciban agua de muy buena calidad.

Existen muchas formas para mejorar la calidad del agua para consumo. Las más comunes son la decantación y el filtrado, seguidas por la desinfección (las dos primeras se discuten en otras notas de esta serie). La eliminación de los organismos patógenos y la desinfección se pueden lograr de muchas formas, pero la más común es mediante la adición de cloro. Sin embargo, el cloro sólo actúa de forma correcta si el agua está limpia (caja 1).

## Cloro residual

El cloro es un producto químico relativamente barato y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidad suficiente, destruye la mayoría de los organismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro a las personas. Sin embargo, el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. Si se añade suficiente cloro, quedará un poco en el agua luego de que se eliminen todos los organismos; se le llama *cloro libre* (figura 1). El cloro libre permanece en el agua hasta

# Medición del cloro residual

perderse en el mundo exterior o hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación.

## Caja 1. Cómo actúa el cloro

Cuando se añade cloro, éste purifica el agua al destruir la estructura celular de los organismos, lo cual los elimina. Sin embargo, este proceso sólo funciona si el cloro entra en contacto directo con los organismos. Si el agua contiene lodo, las bacterias se pueden esconder dentro del mismo y no son alcanzadas por el cloro.

El cloro necesita cierto tiempo para destruir todos los organismos. En agua a una temperatura mayor de 18°C, el cloro debe estar en contacto con el agua, al menos, durante 30 minutos. Si el agua está más fría, el tiempo de contacto se debe incrementar.

Por esta razón, es normal que se le añada cloro al agua apenas se introduce en el tanque de almacenamiento o en una tubería larga de distribución, para darle tiempo a que el producto químico reaccione con el agua antes de llegar al consumidor.

La efectividad del cloro también se ve afectada por el pH (acidez) del agua. La cloración no es efectiva si el pH es mayor de 7,2 o menor de 6,8.

Por esta razón, si se analiza el agua y se encuentra que todavía existe cloro libre en ella, se comprueba que la mayoría de los organismos peligrosos ya fueron eliminados del agua y, por lo tanto, es seguro consumirla. A este procedimiento lo conocemos como medición del *cloro residual*.

La medida del cloro residual en un suministro de agua es un método simple pero importante para revisar si el agua que se suministra es segura para beber.

## Cuándo y dónde se analiza el agua

El cloro se usa como desinfectante con mayor frecuencia cuando el agua se suministra mediante tuberías. La cloración regular de otros suministros de agua es difícil y se reserva usualmente para la desinfección después de la reparación y el mantenimiento.

Generalmente, el cloro residual se determina en los siguientes puntos:

- inmediatamente después de que se ha añadido el cloro al agua para revisar que el proceso de cloración esté funcionando;
- en el sitio de entrega al público más cercano al punto de cloración, para verificar que los niveles de cloro residual estén dentro de los límites establecidos (entre 0,5 y 0,2 mg/L);
- en el punto más lejano de la tubería, donde probablemente los niveles de cloro residual sean los más bajos. Si los niveles de cloro se encuentran por debajo de 0,2 mg/L, es necesario añadir más cloro en un punto intermedio de la red de tuberías.

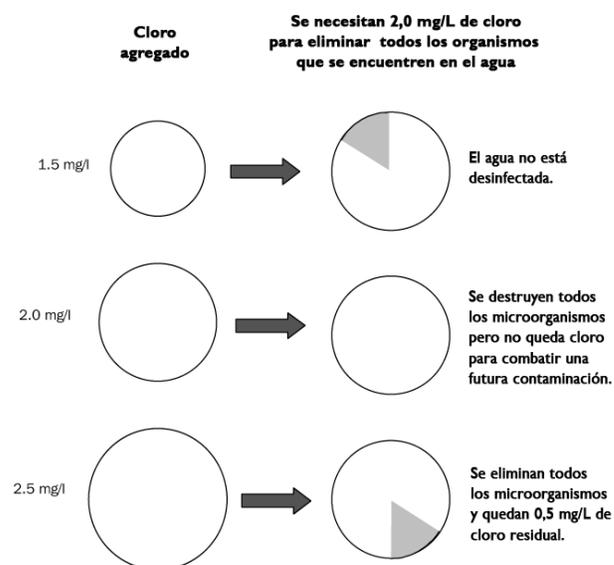


Figura 1. Efecto del cloro residual

**Precaución:** todas las formas de cloro son perjudiciales para la salud. Evite el contacto con la piel y la inhalación de los vapores que de él se desprenden. El cloro siempre debe almacenarse en recipientes fríos, oscuros, secos, sellados y deben estar fuera del alcance de los niños.

La cantidad de cloro residual cambia durante el día y la noche. Si se asume que la red de tuberías está bajo presión todo el tiempo (véase la caja 2, en la otra página), existe una tendencia a que haya más cloro residual en el sistema durante el día que durante la noche. Esto se debe a que el agua permanece en el sistema más tiempo durante la

# Medición del cloro residual

noche (cuando la demanda es menor) y, por esta razón, existe una mayor oportunidad para que el agua contaminada consuma el cloro residual.

El cloro residual se debe revisar frecuentemente. Si el sistema es nuevo o se ha rehabilitado, se deben hacer chequeos diarios hasta que esté seguro de que el proceso de cloración está funcionando correctamente. Después de esto, haga, por lo menos, un control semanal.

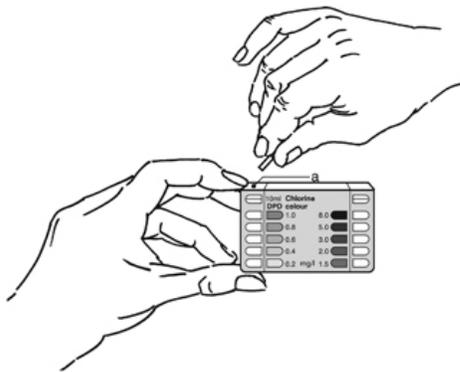
## Evaluación del cloro residual

La prueba más común es el indicador de DPD (dietil-para-fenil-diamina) mediante un kit de

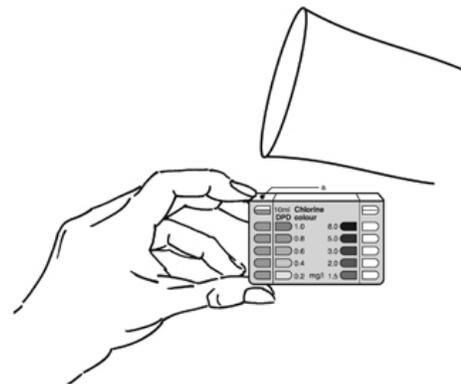
comparación. Esta prueba es el método más rápido y sencillo para evaluar el cloro residual.

En esta prueba, se añade una tableta de reactivo a una muestra de agua, que la tiñe de rojo. La intensidad del color se compara con una tabla de colores estándar para determinar la concentración de cloro en el agua. Entre más intenso el color, mayor es la concentración de cloro en el agua.

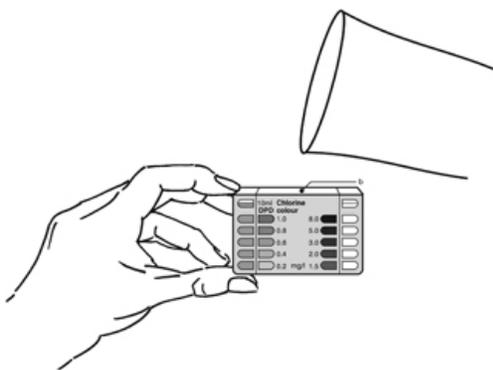
Hay muchos kits disponibles en el comercio para analizar el cloro residual en el agua, como el que se muestra más abajo. Los kits son pequeños y portátiles.



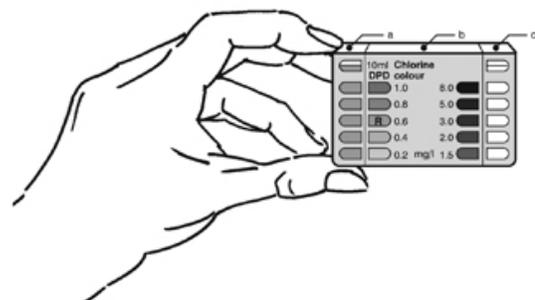
**Paso 1.** Coloque una tableta en la cámara de prueba (a) y añada unas pocas gotas del suministro de agua clorada que se va a analizar.



**Paso 2.** Triture la tableta y, luego, llene la cámara (a) con el suministro de agua clorada que se va a analizar.



**Paso 3.** Coloque una mayor cantidad del mismo suministro de agua analizada (sin tableta) en la segunda cámara (b). Este es el control en blanco para la comparación de colores.



**Paso 4.** El nivel de cloro residual (R) en mg de cloro por litro de agua (mg/L) se determina mediante la comparación del color del analizada en la cámara (a) con la tableta que se añadió y los colores estándar en el recipiente (cámara b).

Nota: Se usaría la cámara (c) si se necesitara medir un residuo más alto de cloro.

Figura 2. Pasos para determinar el residuo de cloro en agua con el uso de un comparador

# Medición del cloro residual

## Caja 2. Cloración y suministros intermitentes

No hay razón para clorar el agua en la red de tuberías si el suministro es intermitente. Todos los sistemas de tubería tienen fugas y, cuando se detiene el suministro de agua, la presión baja y entra agua contaminada en los tubos a través de las grietas en las paredes de los tubos. Ningún nivel aceptable de cloro residual para los consumidores puede neutralizar niveles tan altos de contaminación. Se debe asumir que todos los suministros intermitentes de agua están contaminados y se deben tomar las medidas necesarias para desinfectarla en el punto de uso.



## Lista de control de la cloración

- El cloro debe estar en contacto con el agua, por lo menos, media hora para desinfectarla. El mejor momento para añadirlo es después de todos los otros procesos de tratamiento y antes de su almacenamiento y uso.
- Nunca añada cloro antes de la filtración lenta por arena o por cualquier otro proceso biológico, pues el cloro elimina las bacterias que ayudan en el tratamiento, lo cual lo torna inefectivo.
- Nunca añada ninguna forma sólida de cloro directamente al suministro de agua, pues no se mezcla ni se disuelve. Siempre haga primero una pasta, mezclando el compuesto con un poco de agua.
- La desinfección es sólo una defensa contra las enfermedades. Se deben hacer todos los esfuerzos posibles para proteger las fuentes de agua de la contaminación y prevenir la subsecuente contaminación durante su recolección y almacenamiento.
- Se debe seguir estrictamente el procedimiento correcto para aplicar el desinfectante al agua y se debe hacer un control regular de los suministros de agua para asegurarse de que estén libres de bacterias. De otra forma, se puede engañar a las personas pues creerán que el agua es potable cuando, de hecho, es riesgoso consumirla.
- El cloro residual óptimo en un suministro pequeño y comunal de agua está en el rango de 0,3 a 0,5 mg/L.
- La dosis de cloro necesaria para desinfectar un suministro de agua se incrementa si está muy turbia. En estas circunstancias, es mejor tratar el agua para reducir la turbiedad antes de la cloración.

## Mayor información

OMS (2004) *Guidelines for drinking water quality*, 3<sup>RD</sup> ED., OMS, Ginebra.

## Organización Mundial de la Salud

Sede OMS  
Avenue Appia 20  
1211 Ginebra 27  
Suiza

Teléfono: (+ 41 22) 791 21 11  
Fax: (+ 41 22) 791 3111  
Télex: 415 416  
Telégrafo: UNISANTE GENEVA



Esta información fue preparada por WEDC

**Autor y editor de la serie:** Bob Reed **Diseño:** Glenda McMahon **Ilustraciones:** Rod Shaw **Gráficos:** Ken Chatterton  
Water, Engineering and Development Centre, Loughborough University, Leicestershire, UK.

Teléfono: +44 1509 222885 Fax: +44 1509 211079 E-mail: WEDC@lboro.ac.uk Web: www.lboro.ac.uk/wedc