



Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre

Guía para la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre

Serie manuales y guías sobre desastres N° 10



Ecuador • Julio 2007

Biblioteca Sede OPS - Catalogación en la fuente

Organización Panamericana de la Salud

Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre

Ecuador: OPS, © 2007. 77 p.

(Serie Manuales y Guías sobre Desastres)

ISBN 978-9978-45-929-4

1. DESASTRES NATURALES
2. VIGILANCIA CALIDAD DEL AGUA
3. SALUD, AGUA Y SANEAMIENTO
4. GUÍA (TIPO DE PUBLICACIÓN)

© Organización Panamericana de la Salud, 2007

Una publicación del Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre en colaboración con el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente / Unidad de Saneamiento Básico (CEPIS/BS/SDE/OPS/OMS) de la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud, realizada en el marco del desarrollo del proyecto Fortalecimiento de la capacidad sanitaria local ante desastres en los países andinos.

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la Organización Panamericana de la Salud, ni del Departamento de Ayuda Humanitaria de la Unión Europea (ECHO).

La Organización Panamericana de la Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación, siempre que no sea con fines de lucro. Las solicitudes pueden dirigirse al Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre de la Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA.

La realización de esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero del Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (ECHO) y a la contribución de la División de Ayuda Humanitaria, Paz y Seguridad de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA/AID) y el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID).

Coordinación general

Patricia Gómez, OPS/OMS

Coordinación editorial

Martha Rodríguez J., OPS/OMS

Corrección de estilo

Annamari de Piérola

Diseño y diagramación

Manos Libres

Impresión

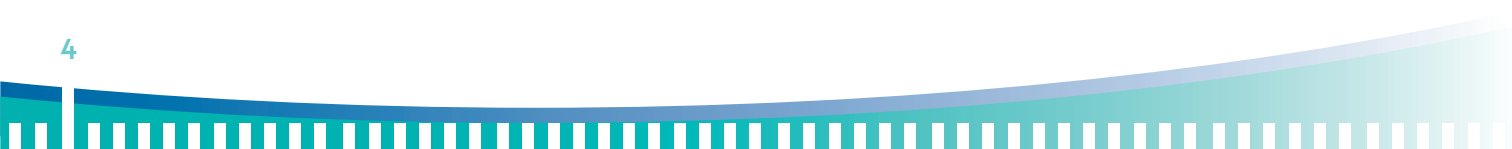
Nuevo Arte

Índice

Agradecimientos	5
Introducción	7
Capítulo 1. Vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre	11
Conceptos básicos	11
Evaluación fisicoquímica y bacteriológica	13
Indicadores y parámetros	13
Lugares de muestreo	17
Determinaciones	19
Muestreo	19
Frecuencia de muestreo	19
Análisis	20
Inspección sanitaria	24
Capítulo 2. Procesamiento de la información	27
Reporte de la información	28
Flujo de la información	29
Capítulo 3. Medidas correctivas para mejorar la calidad del agua	31
Selección y tratamiento de fuentes alternas de agua	31
Limpieza y desinfección de los tanques de distribución	34
Tratamiento del agua a nivel domiciliario	35
Clarificación	35
Desinfección	36
Capítulo 4. Organización interinstitucional para la provisión de agua segura en situaciones de emergencia y desastre	41
Roles y responsabilidades de los actores involucrados	42
Acciones y actores relacionados con la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de desastre.....	46
Anexos:	
Anexo 1. Páginas web con información relevante sobre calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre	51
Anexo 2. Inspección sanitaria en situaciones de emergencia y desastre	53
Anexo 3. Herramientas para el reporte de la información sobre la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre	54



Anexo 4. Tipos de filtración	56
Anexo 5. Método de desinfección Sodis	58
Anexo 6. Equipo de producción de cloro in situ	59
Glosario	61
Bibliografía	63





Agradecimientos

La OPS/OMS agradece el valioso aporte de los profesionales de las siguientes instituciones que participaron en la revisión de la *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre*: CEPIS - BS/SDE/OPS, Ministerio de Salud de Perú (MINSA/DIGESA), Ministerio de Salud de Brasil (CGVAM/MINSABR), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S. A. - Colombia, CARE - Perú, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú - Proyecto de Saneamiento Ambiental Básico en la Sierra Sur de Perú (SANBASUR) y OXFAM América.

Con el riesgo de omitir a alguna persona, agradecemos a los siguientes profesionales, quienes participaron directamente en la elaboración y revisión técnica de los contenidos de este documento: Ricardo Rojas, Felipe Solsona, Juan Diego Narváez, Mara Lucía de Oliveira, Mariely Daniel, Isaías da Silva Pereira, Mirna Argueta, Jocelyn Lance, Edith León Farías, Fausto Roncal, Jaime Pico, Luis Valencia, María Luisa de Esparza, Sergio Álvarez, Claudio Osorio, Henry Hernández y Patricia Gómez.

En especial agradecemos a Amelia Camacho González, quien elaboró el documento base y al CEPIS - BS/SDE/OPS, en la persona de su asesor regional en calidad del agua, Ing. Ricardo Torres, que asesoró en la elaboración y revisión de esta guía.



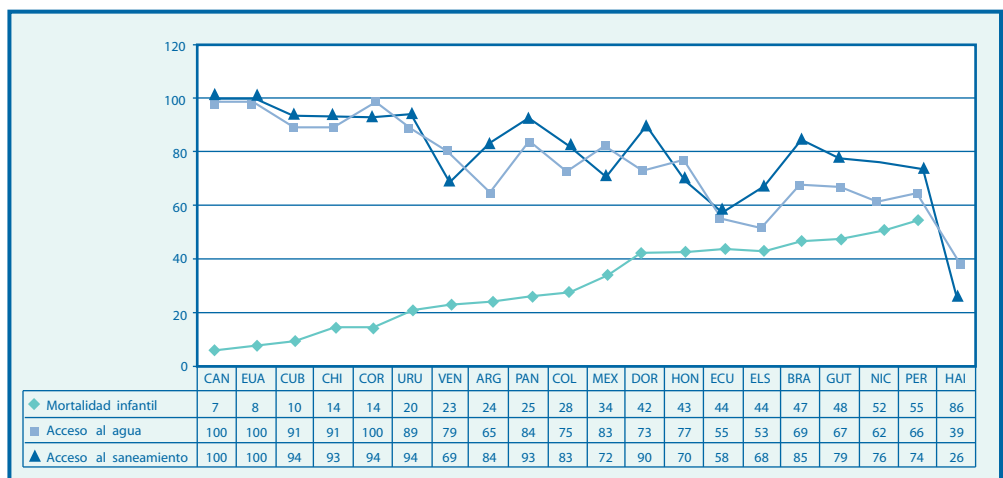
Introducción

Dada la estrecha vinculación entre los parámetros básicos de la calidad del agua y la calidad de vida de las comunidades (salud, desarrollo y bienestar), los servicios de agua potable y saneamiento cumplen una misión fundamental en los procesos de desarrollo y constituyen elementos esenciales para garantizar las condiciones de salud y bienestar de la población.

Ha sido largamente reconocido el rol fundamental que cumple el agua de consumo humano en la salud de las personas, al punto de demostrar que la mayor parte de las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, es causada por bacterias, amebas, virus y helmintos.

Existe una relación inversamente proporcional entre el acceso a los servicios básicos y la mortalidad infantil, tal como demuestra la figura N° 1: los países con mayor acceso a estos servicios presentan menores tasas de mortalidad.

Figura N° 1
Mortalidad infantil (por 1,000 nacidos vivos) y acceso a servicios de agua y saneamiento



Fuente: Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas y Salud en las Américas

Esta situación se agrava frente a eventos adversos, tanto por el deterioro de las condiciones sanitarias después de un desastre como por la vulnerabilidad que presentan los diferentes componentes de los sistemas de agua y saneamiento en la región.

El suministro de agua segura es una de las medidas más importantes de la salud pública durante una emergencia o desastre. El mayor riesgo que representa el consumo de agua no potable es la transmisión de enfermedades gastrointestinales o diarreicas, ocasionadas por la presencia de microorganismos patógenos de origen intestinal. Asimismo, el agua de consumo no debe contener sustancias químicas, impurezas ni cualquier tipo de contaminación que cause problemas a la salud humana.

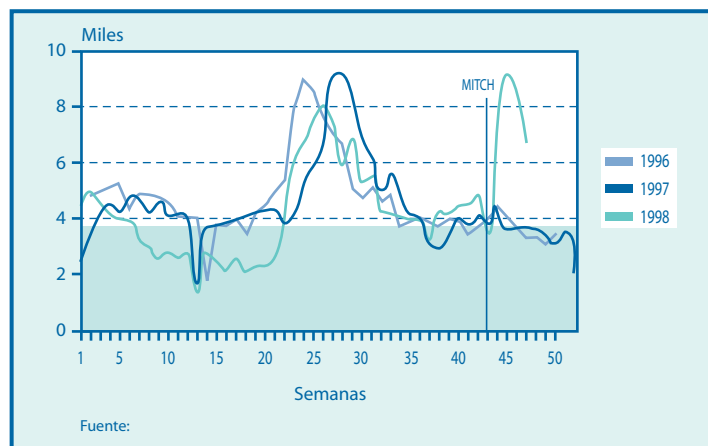
Cuando un desastre afecta seriamente los sistemas de abastecimiento de agua (figura N° 2, Huracán Mitch, Nicaragua, 1998), se deteriora la salud de la población, pues hay un drástico incremento de enfermedades diarreicas agudas (EDA) y de otras enfermedades de origen hídrico.

Los servicios de agua y saneamiento de la región pueden afectarse por eventos de origen natural o antrópico. Por ejemplo, ante la ocurrencia de un terremoto se pueden presentar daños en las plantas de tratamiento o colapso en las redes

y alcantarillas, que causan la contaminación del sistema de distribución; las inundaciones pueden contaminar con materia fecal a pozos excavados o perforados y fuentes de agua superficiales; durante las épocas de sequía, la población puede verse forzada a usar fuentes de agua sin protección, lo cual incrementa el riesgo de contaminación; en erupciones volcánicas es posible que las fuentes de agua y reservorios descubiertos se contaminen debido a la caída de ceniza.

Después de los desastres, el agua se convierte en el bien más importante para la población afectada y su escasez o contaminación puede tener consecuencias muy graves sobre la salud pública. Dentro de las acciones prioritarias de respuesta se encuentran la provisión de agua segura, así como el desarrollo de acciones de monitoreo y vigilancia de la calidad del agua, para minimizar los posibles riesgos a la salud.

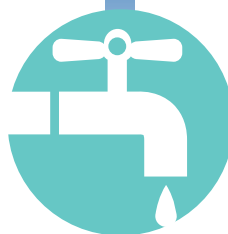
Figura N° 2
Incidencia de casos de EDA
Nicaragua 1996 - 1998



Esta publicación presenta las principales acciones para el monitoreo de la calidad del agua para consumo humano durante situaciones de emergencia y desastre, considerando las particularidades y necesidades inmediatamente posteriores al evento adverso hasta la rehabilitación de los servicios dañados, con el fin de garantizar agua segura a la población afectada.

Describe el proceso de la vigilancia y control de la calidad del agua, parámetros de evaluación, principales acciones en las inspecciones sanitarias y lineamientos para el adecuado procesamiento de la información. Asimismo, se proponen medidas correctivas para mejorar la calidad del agua y se exponen los roles y responsabilidades de los actores involucrados en el abastecimiento de agua segura a la comunidad; destaca la importancia de involucrar a la población para viabilizar adecuadamente la distribución y manipulación del agua, así como el monitoreo de su calidad; finalmente, se anexan algunas herramientas prácticas relacionadas con el tema.

Esta guía está orientada para los tomadores de decisiones, las autoridades sanitarias, los profesionales y técnicos de las instituciones encargadas de la prestación del servicio de agua, así como el personal de las agencias de ayuda humanitaria que trabajan en la provisión de agua segura a la población afectada.



CAPÍTULO 1

Vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre



Conceptos básicos¹

La **vigilancia del agua** se define como “el conjunto de acciones adoptadas por el Ministerio de Salud, como autoridad competente, para evaluar el riesgo que representa para la salud pública, la calidad del agua suministrada por los sistemas de abastecimiento”.

Técnicamente la vigilancia sanitaria contempla: la correlación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades de origen hídrico para determinar el impacto en la salud, y el examen permanente y sistemático de la información sobre la calidad del agua para identificar si la fuente, el tratamiento y la distribución responden a los objetivos y normas establecidas.

La vigilancia del agua tiene un carácter preventivo y correctivo; preventivo porque permite detectar oportunamente los factores de riesgo para la salud; y correctivo porque permite identificar los focos de brotes de enfermedades relacionadas con el agua, para actuar sobre ellos y restablecer su calidad.

En situaciones de emergencia y desastre, esta acción debe realizarse más frecuentemente que en tiempos normales.

¹ Ministerio de Salud Pública del Ecuador, *Vigilancia y control de la calidad del agua*, 2004.

El **control de la calidad del agua** se define como “el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor, con el objetivo de verificar que la calidad del agua suministrada a la población sea segura”.²

Para este fin, el proveedor del servicio debe evaluar continuamente la calidad de las fuentes, los procesos de tratamiento y el sistema de distribución, conjuntamente con las inspecciones sanitarias, lo que asegura la buena calidad del agua.

La responsabilidad del abastecedor se inicia en el momento de la salida de la fuente de abastecimiento de agua, en la planta de tratamiento, y termina cuando el líquido ingresa a las viviendas de los usuarios. La calidad del agua en el domicilio es responsabilidad de sus habitantes.

En situaciones de emergencia y desastre, el control de la calidad del agua debe fortalecerse y ampliarse a otras fuentes de abastecimiento o medios de distribución, como los camiones cisterna.

El **control de la calidad se diferencia de la vigilancia** en la responsabilidad institucional, la forma de actuación, las áreas geográficas de intervención, la frecuencia de muestreo y la interpretación de los resultados, pero tienen algo de común en el planeamiento y la implementación.

En el cuadro N° 1 se describen las diferencias en el rol institucional para la vigilancia y el control de la calidad del agua³:

Cuadro N° 1

Rol institucional de la vigilancia y el control de la calidad del agua	
Vigilancia de la calidad del agua	Control de la calidad del agua
<p>Entidad responsable: El Ministerio de Salud con sus respectivas dependencias en el ámbito nacional, departamental/provincial y local.</p> <p>En casos de emergencia o desastre pueden apoyar algunas acciones las ONG e instituciones de ayuda humanitaria.</p>	<p>Entidad responsable: Entidad prestadora de servicios de agua, municipios, juntas administradoras, operadores de campo para ámbitos urbanos y rurales.</p> <p>En casos de emergencia o desastre pueden incluirse ONG e instituciones de ayuda humanitaria.</p>

2. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. *Vigilancia y control de la calidad del agua*. 2004.

3. Rojas, R. *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima: OPS/OMS-CEPIS; 2002. http://www.crid.or.cr/crid/CD_Agua/pdf/spa/doc14574/doc14574-contenido.pdf

Vigilancia de la calidad del agua	Control de la calidad del agua
<p>Función: Promover el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.</p> <p>En situaciones de emergencia, apoyar la vigilancia permanente de la calidad del agua e identificar las medidas correctivas para proteger la salud de la población.</p>	<p>Función: Asegurar la buena práctica operativa y de las acciones destinadas a garantizar la calidad del abastecimiento, en cumplimiento con la legislación nacional.</p> <p>En situaciones de emergencia, reforzar el control diario de la calidad del agua.</p>
<p>Actividades: Realizar auditorías independientes y periódicas de aspectos de seguridad del agua, tomar muestras, proveer y procesar información, evaluar el riesgo para la salud humana e identificar y hacer seguimiento de las medidas correctivas.</p> <p>En situaciones de desastre, además de lo antes descrito, incrementar acciones de vigilancia de la calidad del agua, proveer y procesar información para la sala de situación y la toma de decisiones, verificar la aplicación de medidas correctivas y definir acciones preventivas.</p>	<p>Actividades: Tomar muestras, realizar una inspección sanitaria, llevar a cabo acciones de monitoreo de la calidad del agua y evaluar riesgos del sistema.</p> <p>En situaciones de desastre, además de lo antes descrito, redoblar acciones de monitoreo de la calidad del agua e implementar medidas correctivas para garantizar el abastecimiento a la población afectada, tanto en cantidad como en calidad.</p>



Evaluación fisicoquímica y bacteriológica

Indicadores y parámetros

Para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en situaciones normales, es necesaria la evaluación de calidad, cantidad, cobertura, continuidad del servicio y costo.

En situaciones de emergencia y desastre, estos indicadores se reajustan pero se deben garantizar, por lo menos, la calidad del agua libre de riesgos microbianos, la cantidad de agua mínima necesaria y la fácil accesibilidad y continuidad del servicio.

Cuadro N° 2

Indicadores de calidad del servicio de abastecimiento de agua en situaciones de emergencia	
Indicador	Descripción
Calidad	Apta para consumo humano.
Cantidad	Suficiente para fines domésticos.
Cobertura	Abarca el mayor número de la población.
Continuidad	Disponible la mayor parte del tiempo.
Costo	El mínimo necesario.
Accesibilidad	Puntos de acopio de fácil y pronta llegada a los consumidores.

Calidad del agua de consumo

Considerando que generalmente la etapa inmediatamente posterior al evento⁴ tiene una duración limitada, que raras veces excede un mes, en la cual existe una fuerte participación de ayuda externa y que los productos químicos ingeridos por corto tiempo no tienen mayor impacto en la salud de los consumidores, se recomienda aplicar los valores indicados en el cuadro N° 3 y que han sido conciliados a partir de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) y el *Proyecto Esfera*⁵.

Cuadro N° 3

Parámetros fisicoquímicos		
Determinación		Concentración o valor
Cloro residual		0.5 – 1.0 ppm*
Turbiedad	Aguas subterráneas	10 UNT
	Aguas superficiales	5 UNT
Iones hidronio (pH)		6.5 – 8.5

* 1 ppm (parte por millón) equivale a 1 mg/lit (miligramo por litro).

4 F. Solsona, *Desinfección del agua*, cap. 10, 'Desinfección especial y de emergencia', 2002. http://www.crid.or.cr/crid/CD_Agua/pdf/spa/doc14572/doc14572-10.pdf

5 *Proyecto Esfera, Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre*, 2004. <http://www.sphereproject.org/index.php?lang=Spanish>

Cabe indicar que los parámetros de cloro residual varían. En condiciones normales entre 0.2 y 0.5 ppm; lo ideal es 0.5 ppm a la salida del tratamiento y no menos de 0.2 ppm en el punto más alejado de la red. Dado que en situaciones de desastre, generalmente el agua se contamina y su nivel de turbiedad se eleva, se recomienda hiperclorar el agua con concentraciones de hasta 1.0 ppm para proteger la salud de la población afectada.

Adicionalmente, si las circunstancias lo permiten, se deberá ejecutar la evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes o *E. coli*, los cuales no deberían estar presentes en el agua destinada al consumo humano. Con la finalidad de minimizar el riesgo a la salud, se recomienda que el 10% de un lote de 50 muestras no exceda los 10 coliformes termotolerantes o *E. coli*.

Si la calidad microbiana no puede mantenerse durante la emergencia, y mientras se realizan las acciones correctivas pertinentes, como primera medida se puede recomendar a los usuarios hervir el agua y/o proceder a la cloración.

En el contexto de la emergencia, si la situación lo permite y se cuenta con equipos más especializados para analizar la calidad del agua, se recomienda aprovechar la oportunidad para hacer análisis más completos de las fuentes de agua y aumentar los puntos de muestreo para fortalecer los programas de vigilancia y control de la calidad del agua (principalmente en lugares que lo ameritan, por ejemplo, zonas con contaminación por metales o de alto contenido férrico).

Durante la etapa de rehabilitación, las condiciones de vida de la comunidad vuelven progresivamente a la normalidad y la labor asistencial directa va cesando. En esta fase se recomienda aplicar la norma de calidad del agua del país e incrementar la frecuencia de muestreo en un 50%, en razón de que la red de agua o alcantarillado se encuentra en proceso de manipulación y, por lo tanto, el riesgo de contaminación es alto. Al incrementar la frecuencia de muestreo se permite aumentar la confiabilidad en el monitoreo y disminuir el riesgo de brotes de enfermedades relacionadas con el agua de consumo humano.

Cantidad de agua

En situaciones de emergencia y desastre, para dotar a la población con un adecuado abastecimiento de agua, se establecen

medidas para aumentar su disponibilidad, en algunos casos con fuentes alternas de agua.

Para el momento inmediato al evento, se recomienda aplicar los valores indicados en el cuadro N° 4 y que han sido conciliados a partir de las recomendaciones de la OMS, ACNUR y el *Proyecto Esfera*, dando prioridad a la población más vulnerable (mujeres y niños).

Cuadro N° 4

Tabla simplificada de necesidades básicas en cuanto a cantidad de agua para asegurar la supervivencia		
Necesidad básica	Litros por persona al día	Observaciones
Consumo de agua para beber y utilizar con los alimentos	2.5 - 3	Depende del clima y la fisiología individual.
Prácticas básicas de higiene	2 - 6	Dependen de las normas sociales y culturales.
Cocina	3 - 6	Depende del tipo de alimentos, normas sociales y culturales.
Cantidad total de agua	7.5 - 15	Aproximado

Los niveles de operatividad de los servicios deben asegurar que durante las situaciones de emergencia, los establecimientos de salud y albergues sean priorizados en la dotación de los servicios, entre otras edificaciones importantes⁶.

En la etapa de rehabilitación se normalizará la dotación de agua de acuerdo con las normas específicas de cada país.

⁶ OPS, *El desafío del sector de agua y saneamiento en la reducción de desastres*, 2006. www.ops-oms.org/Spanish/DD/PED/DesafioDelAgua_Spa-intro.pdf

Continuidad y accesibilidad al servicio

Generalmente en situaciones de emergencia y desastre disminuye la cantidad de agua disponible; por lo tanto, se deben implementar medidas para la distribución racionada con criterios de equidad, que permitan disponer de agua a la población, la mayor cantidad de tiempo posible.

Durante la emergencia, es importante tener en cuenta la proximidad del punto de suministro de agua con respecto a la población afectada; se recomienda que la distancia máxima permisible entre las viviendas y el punto más cercano de suministro sea de 500 m.

En caso de encontrarse lejos la fuente de abastecimiento de agua, habrá que tomar las medidas necesarias para traer el agua por medio de camiones cisterna (adecuadamente identificados y desinfectados), racionar el agua y garantizar su distribución equitativa.

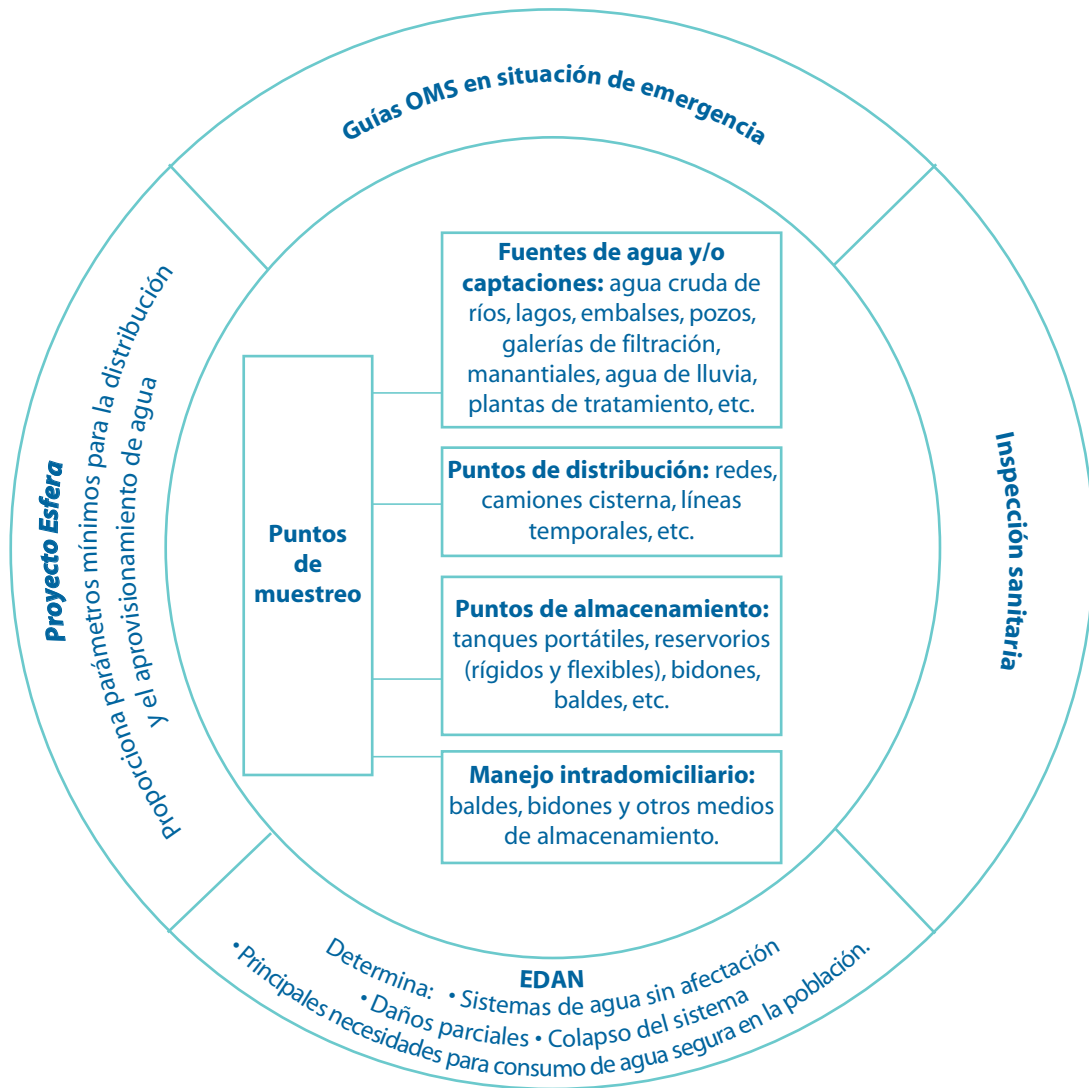
Lugares de muestreo

El muestreo deberá realizarse en puntos estratégicos, comprendidos en todo el proceso de provisión de agua a la población afectada, desde la fuente y/o captación, los puntos de distribución y almacenamiento hasta el manejo intradomiciliario; asimismo, se efectuará una inspección sanitaria para verificar indicios de contaminación que alteren los resultados.

En la figura N° 3, se esquematiza los puntos de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre, destacando los referentes técnicos a considerar.

Figura N° 3

Puntos de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre



Determinaciones

Los tres aspectos fisicoquímicos fundamentales en una situación de emergencia o desastre en relación con la vigilancia de la calidad del agua de consumo humano y que deben ser monitoreados son: el cloro residual, el pH y la turbiedad. Estas tres determinaciones fisicoquímicas se consideran claves porque están directamente relacionadas con la desinfección, el mantenimiento del nivel de cloro libre residual en el agua y, por lo tanto, con la posibilidad de transmisión de agentes patógenos.

Posteriormente, si las circunstancias lo permiten, se deberá hacer la determinación bacteriológica, para evaluar la concentración de coliformes termotolerantes (*E. coli*) en el agua.

Muestreo

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos carecerán de valor si las muestras analizadas no son debidamente recolectadas, almacenadas e identificadas.

Las muestras se deben tomar en recipientes limpios y deben ser rotuladas, detallando la fecha, hora y ubicación de la toma, así como el nombre de quien realizó el muestreo.

En situaciones de emergencia y desastre, se recomienda que transcurra el menor tiempo posible entre la obtención de la muestra y su análisis. Adicionalmente, las muestras deben enviarse en cajas térmicas, aisladas de la luz solar con refrigerante.

Las muestras deben ser representativas del agua que está siendo suministrada a los afectados, en los diferentes puntos de distribución así como en los puntos de almacenamiento.

Frecuencia del muestreo

La frecuencia del muestreo tiene como objetivo definir la continuidad del seguimiento que debe efectuarse a la calidad del agua para consumo humano. Durante la emergencia se recomienda que el muestreo sea diario; situación que en el período de la rehabilitación y reconstrucción se regirá de acuerdo con lo establecido en las normas de cada país.

Análisis

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos deben realizarse con procedimientos normalizados, con el objetivo de que los resultados obtenidos puedan ser comparables.

El cloro residual, el pH y la turbiedad se deben analizar inmediatamente después de la toma de la muestra.

Para analizar la calidad del agua, en las determinaciones indicadas, se deben realizar algunas pruebas que se pueden tomar directamente en el campo, ya sea con equipos sencillos como los comparadores de cloro o con la ayuda de un laboratorio portátil. En las zonas rurales, donde no es fácil acceder a un laboratorio, se recomienda su determinación en el campo⁷.

A continuación se describen algunos métodos para evaluar los aspectos físicos, químicos y bacteriológicos que determinan la calidad del agua para consumo de la población.

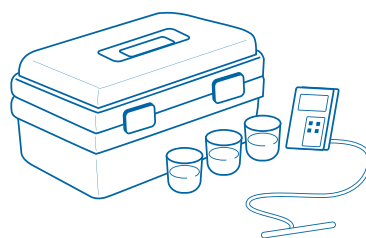
Análisis físico

a. pH

Los valores de pH miden la intensidad de la acidez y alcalinidad del agua. Es importante medir el pH al mismo tiempo que el cloro residual, ya que la eficacia de la desinfección con cloro depende en alto grado del pH.

La medición de este parámetro debe efectuarse en el campo; así se evita la alteración de la muestra, para lo cual existen sencillos medidores de pH que facilitan la tarea.

Para su evaluación se aplica el método electrométrico, que se fundamenta en la determinación de la actividad de los iones hidrógeno por medio de una medición potenciométrica. Se emplea un equipo portátil y, antes de proceder al análisis, se deben verificar las condiciones del equipo, porque puede haber errores de medición por una batería baja (se debe cargar la batería mínimo 24 horas antes de iniciar el muestreo) o por electrodos deteriorados o con restos de materiales aceitosos, grasos o precipitados.



⁷ Para mayor información de los procesos de análisis básicos de calidad del agua de consumo se recomienda acceder a <http://www.cepis.org.pe/bvsacg/fulltext/manual.pdf>

Los instrumentos de campo siguen el mismo principio del método potenciométrico usado en el laboratorio.

b. Turbiedad

La turbiedad influye tanto en la aceptabilidad del agua por los consumidores como en la selección y eficacia de los procesos de tratamiento, en particular la eficacia de la desinfección con cloro⁸.

La turbiedad del agua se origina en la presencia de partículas insolubles de arcilla, limo, materia mineral, partículas orgánicas de diferente origen, plancton y otros organismos microscópicos que impiden el paso de la luz a través del agua.

Una turbiedad mayor de 5 UNT (unidad nefelométrica de turbiedad) es perceptible para el consumidor y proporciona una guía para la producción de agua aceptable para el consumo humano.

Para su evaluación se aplica el método nefelométrico, que se fundamenta en la comparación entre la intensidad de la luz dispersada por una muestra de agua y la de una suspensión patrón de polímero formazina.



La medición de la turbiedad en el campo se efectúa con un instrumento portátil que permite una medición fácil y rápida. Se recomienda las escalas de 0 a 5 UNT para agua de consumo humano. Su funcionamiento tiene los mismos principios que el método nefelométrico usado en el laboratorio.

Análisis químico

a. Cloro residual

El cloro ofrece varias ventajas como desinfectante, entre ellas su costo relativamente bajo, su eficacia y su facilidad de medición, tanto en laboratorios como sobre el terreno. Otra ventaja importante es que el cloro deja un residuo desinfectante que contribuye a prevenir la nueva contaminación durante la distribución, el transporte y el almacenamiento del agua.

⁸ Ministerio de Salud Pública del Ecuador, *Vigilancia y control de la calidad del agua*, 2004

En situaciones de emergencia y desastre, la determinación del cloro libre residual puede efectuarse con un sencillo comparador visual, que aplica un procedimiento simplificado del método de laboratorio. Este método emplea como reactivo la N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD), que permite hacer esta comparación visual con mayor precisión. La ortotolidina (OT) es otro reactivo que cada vez es menos usado por falta de certeza en sus resultados.

En el método colorimétrico con DPD, la intensidad del color del indicador se compara en forma visual con una escala de estándares. El cloro libre residual reacciona directamente con el DPD y forma un compuesto de color rojo⁹. Este método se aplica con los comparadores de cloro y es, al momento, el más empleado en el terreno.

Se recomienda utilizar comparadores de cloro con un rango de medición entre 0.2 y 1.5 mg/l. Hay que tener en cuenta que el gusto no da una indicación confiable de concentración de cloro.

Análisis bacteriológico

Para la evaluación de la calidad bacteriológica del agua de consumo en situaciones de emergencia, se presentan dos alternativas:

a. Ensayo del H₂S, método cualitativo de presencia/ausencia (P/A)

El ensayo del hidrógeno sulfurado o sulfuro de hidrógeno (H₂S) es uno de los métodos más sencillos para evaluar la calidad bacteriológica del agua; se caracteriza por su bajo costo y la claridad en la interpretación de los resultados.

Este ensayo consiste en la determinación cualitativa de bacterias productoras de H₂S, cuya detección se asocia a la presencia de contaminación bacteriana de origen intestinal, que incluye las bacterias del grupo coliforme.

El método se basa en la capacidad de bacterias entéricas como *Salmonella*, *Arizona*, *Proteus*, *Edwardsiella* y de algunos géneros/especies del grupo coliforme como *Citrobacter*, *Klebsiella*, *E. coli*, de producir H₂S. Usando un medio de cultivo con tiosulfato

⁹ OPS, *Guías para la calidad del agua potable*, vol. 3, 'Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades' Publicación Científica 508, Washington D. C., 1988.

como fuente de sulfuro y citrato férrico amoniacal como indicador, es posible detectar la presencia de estas bacterias a través de la producción de un precipitado negro de sulfuro ferroso. Todas las bacterias productoras de H₂S dan una reacción positiva.

La aparición de cualquier ennegrecimiento en la tira de papel y/o en el líquido con o sin producción de precipitado negro, después de incubar durante 24 horas a 48 horas, demuestra la presencia de bacterias de origen intestinal. Si no hay coloración negra a las 48 horas, se incuba durante 24 horas adicionales. La ausencia total de color negro después de 72 horas de incubación indica que la muestra no tiene bacterias de origen intestinal.

Los resultados se expresan en forma cualitativa, como “presencia” o “ausencia” de bacterias productoras de H₂S, indicadoras de contaminación por bacterias de origen intestinal. Este método no reemplaza a los métodos cuantitativos oficiales utilizados para la determinación de la calidad bacteriológica del agua potable.

b. Método de presencia-ausencia de bacterias coliformes¹⁰

Es un procedimiento simplificado para la “determinación cualitativa de coliformes” en agua destinada al consumo humano; más simple y económico que la técnica de tubos múltiples y la de filtro de membrana, que son pruebas cuantitativas.

La prueba de presencia - ausencia considera la siembra de 100 ml de muestra en el caldo P - A y está fundamentada sobre el principio de que los coliformes deben estar ausentes en 100 ml de agua potable.

Esta prueba consta de dos fases: una presuntiva y otra confirmativa. Si el resultado del análisis es positivo, puede ser necesaria la determinación cuantitativa en una nueva muestra.

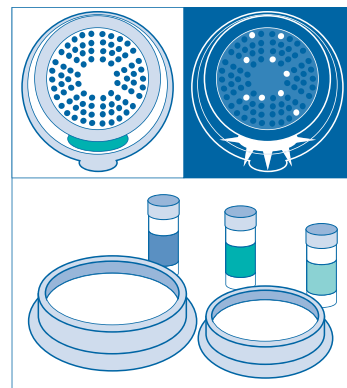
Asimismo, el Colilert¹¹ es un producto para análisis, detección y cuantificación de coliformes totales y *E. coli*, en muestras de agua de cualquier tipo (potables, residuales, de proceso, etc.). Es un reactivo con una formulación especialmente diseñada a base de sales y sustratos con nitrógeno y carbono. La metabolización de estos nutrientes produce un color amarillo y

10 El procedimiento está descrito como *Presence-Absence Coliform Test* en el Standard Methods (American Public Health Association - American Water Works Association, 1998).

11 Colilert, aprobada por EPA de USA (Environmental Protection Agency) e internacionalmente por US Standard Methods, AOAC, IBWA y NCIMS. http://www.geocities.com/serco_microbiologia/colilert.html

fluorescencia, con lo cual queda confirmada la presencia de coliformes totales y de *E. coli*, respectivamente.

La principal ventaja de este método es la reducción a la mitad del tiempo de incubación contra los métodos tradicionales y placas preparadas. En 24 horas están listos los resultados.



Inspección sanitaria

La inspección sanitaria está destinada a determinar con antelación los riesgos de alteración de la calidad del agua para consumo humano como consecuencia de defectos constructivos, deterioro de obras y/o fallas de operación y mantenimiento de las obras de abastecimiento de agua.

Si la infraestructura sanitaria ha sido parcialmente afectada por el impacto del desastre deben ejecutarse inspecciones sanitarias en el área de influencia de la fuente de agua (superficial o subterránea), procesos de tratamiento, distribución, puntos de acopio de agua, así como también en los albergues o refugios temporales, con la finalidad de identificar y aplicar las medidas correctivas para evitar la contaminación del agua tanto cruda como tratada.

En gran parte de los casos, la inspección sanitaria ayuda a determinar e interpretar en forma correcta los resultados de las pruebas de laboratorio porque contribuye a visualizar las condiciones físicas existentes en la fuente de agua, la planta de tratamiento y el sistema de distribución.

a. Formularios

Deben elaborarse formularios para evaluar el riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua, tanto cruda como tratada, en la fuente de abastecimiento, componentes del sistema de agua, instalaciones domiciliarias, así como las condiciones de manejo del agua en las viviendas, albergues, servicios de salud, servicios asistenciales, etc.

En el anexo 2 se presenta un modelo de formulario para la inspección sanitaria en situaciones de emergencia o desastre para

cada componente del sistema de abastecimiento de agua¹² así como en algunas etapas del proceso de abastecimiento de agua a la población afectada.

b. Ejecución

La inspección debe llevarse a cabo de manera sistemática e incluye las siguientes actividades:

- Charla informativa inicial, para dar a conocer al personal del sistema de agua el objeto de la inspección y la secuencia de actividades que se desarrollarán.
- Recorrido por las instalaciones, con el fin de evaluar las condiciones físicas del sistema, determinar la calidad del agua y conocer la situación institucional de la entidad encargada de prestar este servicio.
- Charla informativa de resultados, en la que se exponen los riesgos sanitarios identificados, su orden de prioridad y las posibles medidas preventivas y correctivas que deben efectuarse.

Para impedir que la calidad de agua se altere accidentalmente en el proceso de muestreo, la inspección se inicia en la red de distribución y finaliza en las fuentes de abastecimiento. Se deben incluir el almacenamiento intradomiciliario (bidones o recipientes con abertura pequeña) y cisterna, y se deben brindar las recomendaciones sobre la manipulación e higiene para evitar la contaminación del agua.

El encargado de la vigilancia debe completar el informe de la inspección sanitaria *in situ* con los representantes de la comunidad. Siempre que sea posible, hay que aprovechar las oportunidades para señalar los problemas encontrados a los miembros de la comunidad, representantes o al cuidador u operador del sistema.

c. Frecuencia

Las inspecciones sanitarias deben ejecutarse una vez implementadas las primeras actividades o acciones de abastecimiento de agua. Durante la fase de emergencia, las inspecciones deben ser tan seguidas como sea posible. Durante la pos-emergen-

12 OPS/OMS, *Vigilancia y control de la calidad del agua*, Ministerio de Salud Pública, Ecuador, 2004

cia, la frecuencia puede ser quincenal o mensual, hasta que el servicio de abastecimiento de agua se haya regularizado completamente.

d. Acciones correctivas

Entre las medidas correctivas se deben considerar las intervenciones técnicas y sociales encaminadas a mejorar el servicio de abastecimiento de agua.

El análisis económico muestra que es más rentable llevar a cabo un mantenimiento preventivo, periódico y diligente, que limitarse a esperar que los equipos sufran averías, requiriendo muchas veces costosas reparaciones, inclusive sin la ocurrencia de un evento adverso.



CAPÍTULO 2

Procesamiento de la información

En un contexto de emergencia o desastre la información es fundamental, en la medida que contribuye a la calidad y la eficacia del proceso comunicativo, y es soporte de una serie de decisiones encaminadas a proteger la salud de las personas afectadas.

La información debe ser veraz, oportuna, precisa y requiere contemplar la pertinencia cultural, que constituye un factor crítico en sociedades multiétnicas y pluriculturales.

Dado que el objetivo principal de las acciones de vigilancia y control de la calidad del agua se orienta a preservar la salud de la población, más aún en situaciones de desastre, en las cuales las condiciones sanitarias generalmente son alteradas, es importante establecer un protocolo para el manejo de la información sobre la calidad del agua y la oportuna toma de decisiones.

Para la evaluación del riesgo al que se encuentra expuesta la población, se combinarán los resultados obtenidos de la evaluación bacteriológica del agua y la inspección sanitaria del sistema.

Es necesario destacar que el análisis es solamente representativo de un momento en el tiempo, mientras que en la inspección se toma en cuenta la historia de la instalación y los puntos de riesgo futuro.

El monitoreo de la calidad del agua debe completarse con el análisis de información epidemiológica, para detectar afectaciones en la salud de las personas ocasionadas por consumo de agua.

Los resultados de la evaluación permiten identificar y adoptar medidas correctivas inmediatas para proteger a la salud de las personas, así como acciones preventivas para evitar la repetición de los problemas.

Reporte de la información

Para reportar los resultados del análisis de la calidad del agua durante una emergencia o desastre existen diversas herramientas que pueden emplearse; lo importante es que la información sea clara, precisa y útil para quienes la reciban. Para ello se recomienda que las instituciones definan sus propias herramientas a utilizar y que éstas sean validadas con el personal que las aplicará.

En situaciones de emergencia y desastre debe realizarse, por lo menos, un monitoreo diario de los aspectos fisicoquímicos y bacteriológicos del agua que se proporciona a la población. Esta información debe reportarse a la sala de situación.

En el cuadro N° 5 se plantea un modelo de formulario para el reporte de los resultados de la evaluación.

Cuadro N° 5

Formulario para el reporte de resultados de evaluación fisicoquímica y bacteriológica en diferentes puntos de muestreo									
Información general									
Nombre del sistema:									
Ubicación:									
Nombre del técnico de laboratorio:									
Institución:									
Firma de la autoridad de agua/ representante de la comunidad:									
Parámetros para el análisis de calidad del agua									
Puntos de muestreo	Fecha	Hora	Olor	Sabor	Color	pH	Turbiedad (UNT)	Coliformes fecales / 100ml	Observaciones

En el anexo 3 se proponen otros formularios para el reporte de la información sobre la calidad del agua. El formulario 1 se aplica para albergues y/o viviendas donde hay tanques (recipientes) de almacenamiento o bidones. El formulario 2 facilita el monitoreo semanal del cloro residual, con el apoyo de comparadores de cloro, en diferentes puntos de distribución como tanques de agua, camiones cisterna o la misma red de distribución.



Flujo de la información

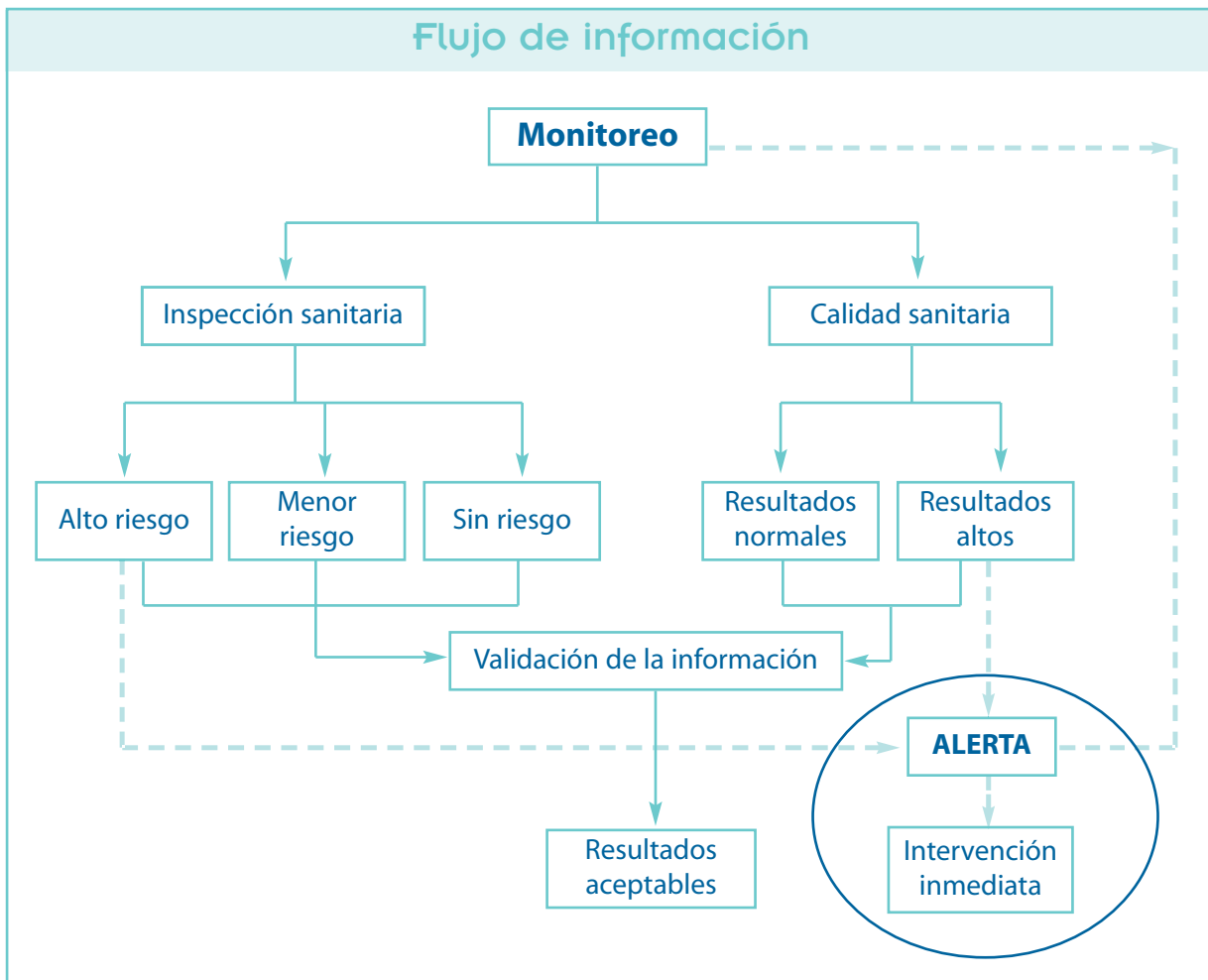
Los resultados de la evaluación de la calidad del agua, situación de la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, nivel de enfermedades prevalentes, entre otros, deben estar disponibles en la sala de situación, donde se realiza su procesamiento para apoyar una adecuada toma de decisiones. Las autoridades e instituciones locales deben definir las herramientas a emplear, así como capacitar al recurso humano que, haciendo uso de esas herramientas, saldrá al terreno a recoger la información.

Así con los resultados del monitoreo permanente sobre la calidad del agua, la entidad prestadora del servicio, las autoridades correspondientes y el órgano de vigilancia, pueden implementar las medidas correctivas para mejorar la calidad del agua destinada al consumo humano.

Dependiendo de la capacidad local para responder ante la emergencia, las necesidades no resueltas serán elevadas a la instancia respectiva, por la máxima autoridad del nivel local o a través del sector correspondiente, en este caso el de agua y saneamiento.

En la figura N° 4, se presenta un esquema de flujo de información.

Figura N° 4





CAPÍTULO 3

Medidas correctivas para mejorar la calidad del agua

Conocido el riesgo al que se encuentra expuesta la población afectada por una emergencia o desastre, debido a la imposibilidad de contar con agua para el consumo humano, las autoridades y responsables de la respuesta frente a la emergencia, deben buscar alternativas de dotación de agua segura que permitan proteger la salud de las personas.

Dependiendo de los resultados de la información procesada, se identifican las medidas correctivas inmediatas, así como las acciones preventivas para evitar problemas similares en el futuro. Estas medidas correctivas varían dependiendo de las alternativas técnicas de solución, área de intervención, costos, actores involucrados, etc.

A continuación se describen las medidas correctivas más frecuentes aplicadas en situaciones de emergencia o desastre.



Selección y tratamiento de fuentes alternas de agua

En situaciones de emergencia y desastre el suministro de agua para el consumo humano y la higiene personal es fundamental. Sin embargo, muchas veces, las fuentes disponibles de agua son limitadas.

En este sentido, las guías y normas de calidad de agua potable de los países deben ser flexibles para situaciones de emergencia y desastre, teniendo en consideración los riesgos y los beneficios para la salud, en el corto y largo plazo; es importante destacar que restringir la disponibilidad de agua para la higiene, como a menudo ocurre, puede ocasionar el incremento del riesgo de la transmisión de enfermedades¹³.

Con el propósito de asegurar la disponibilidad de agua en situaciones de emergencia y desastre, se debe prever la identificación de fuentes alternas de abastecimiento. Dependiendo del origen (superficial o subterráneo) y de los factores naturales o artificiales que afecten su calidad, la fuente de abastecimiento tiene influencia en la salud de los consumidores por lo que debe prestarse especial atención en cuanto a su protección, calidad y tratabilidad.

Para la toma de decisiones en la selección de una fuente alterna de agua, se deberá evaluar además la procedencia, producción y contaminación, así como verificar la necesidad de tratamiento. En general, las fuentes subterráneas son preferibles porque requieren menos tratamiento, especialmente si se trata de agua procedente de manantiales. (Ver cuadro N° 6)

La figura N° 5 muestra un árbol de decisiones que puede facilitar la selección de una fuente alterna de agua para abastecer por lo menos durante la primera etapa de la emergencia¹⁴.

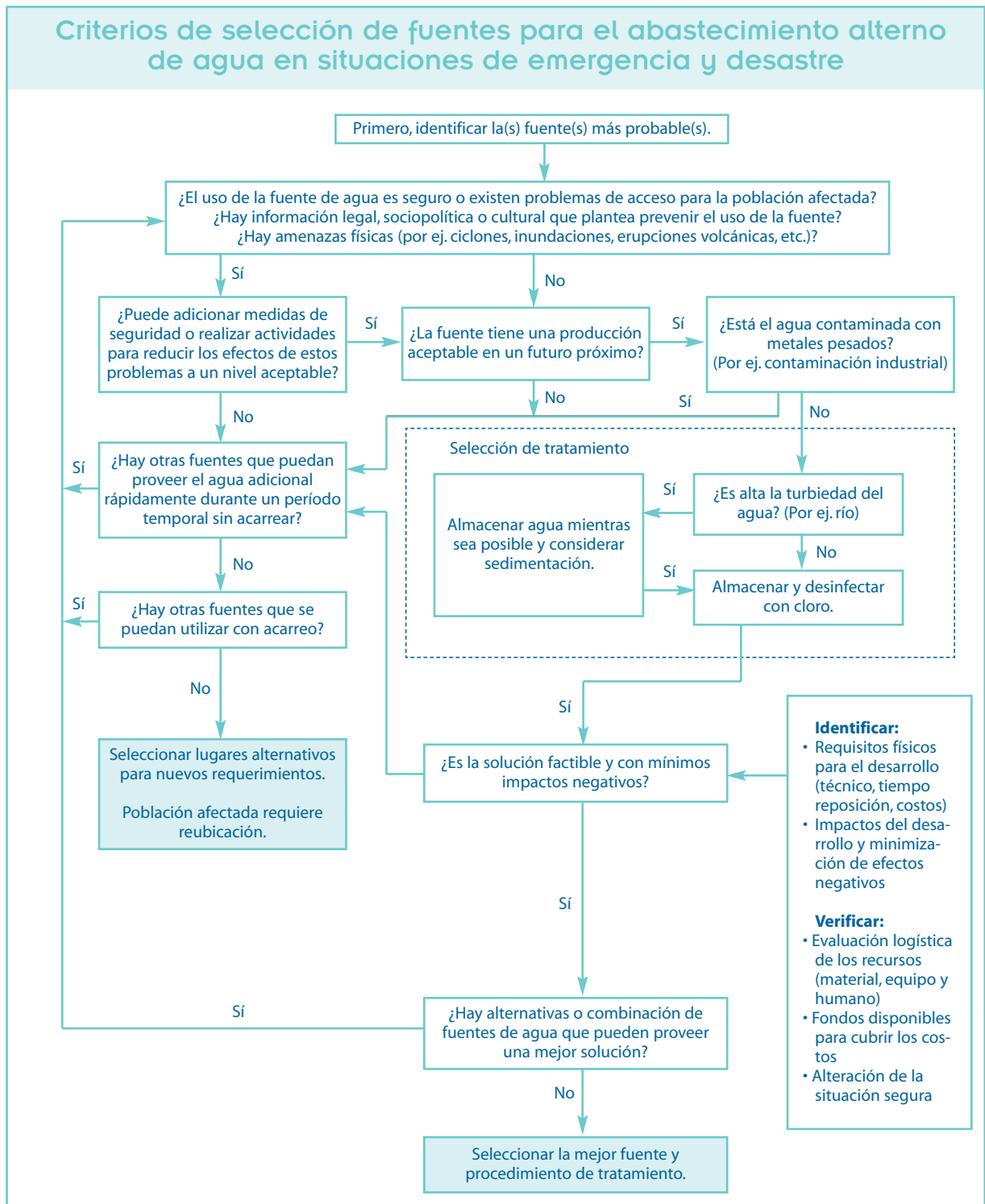
13 OMS, *Guías para la calidad del agua*, vol. 1-3, ed. 2004.

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwa/gdwq3/en/

14 OMS, *Environmental health in emergencies and disasters*, cap. 7, 2002.

http://www.who.int/water_sanitation_health/higiene/emergencias/em2002chap7.pdf

Figura N° 5



En caso de que la fuente seleccionada requiera de tratamiento, éste debe hacerse en la medida mínima indispensable para tener la seguridad de que resulta aceptablemente potable, utilizando una tecnología apropiada y un método fiable. Es importante disponer de información básica de las fuentes de agua, proceso de tratamiento y los diferentes métodos de desinfección de agua.

Cuadro N° 6

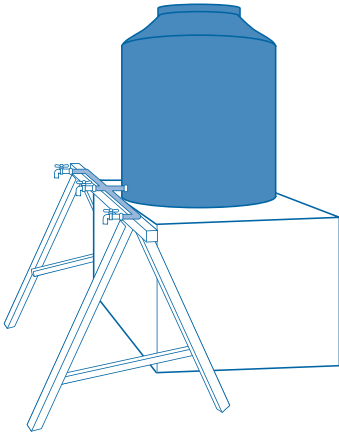
Tratamientos recomendados para diferentes fuentes de agua con el fin de minimizar el riesgo sanitario ¹⁴	
Tipo de fuente	Tratamiento recomendado
Agua subterránea	
Pozos profundos protegidos, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Pozos superficiales no protegidos, con probabilidad de contaminación fecal	Filtración y desinfección
Aguas superficiales	
Aguas embalsadas protegidas en tierras altas, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Aguas embalsadas no protegidas en tierras altas, con probabilidad de contaminación fecal	Filtración y desinfección
Ríos no protegidos en tierras bajas, con probabilidad de contaminación fecal	Desinfección previa o almacenamiento, filtración y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida, contaminación fecal considerable	Desinfección previa o almacenamiento, filtración, tratamiento suplementario y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida, contaminación fecal manifiesta	No se recomienda su utilización para el abastecimiento de agua potable



Limpieza y desinfección de tanques de distribución

Para el abastecimiento público de agua que utiliza tanques de distribución, se recomienda realizar el lavado y la desinfección periódica de los tanques.

15 OPS/OMS, Reiff, Fred, Vicente Witt, "Manual de desinfección. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección de agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe", Serie técnica N° 10 000, OPS/OMS 1995.



Se prepara una solución de quince gotas de hipoclorito de sodio (cloro) por cada litro de agua, para lavar y cepillar el interior y exterior de los recipientes. Se enjuaga bien el recipiente y se llena nuevamente con agua limpia.

Este tanque debe permanecer tapado. Se deben instalar grifos para acceder al agua, evitando la manipulación del líquido con depósitos que puedan estar sucios.

Para repartir esta solución se puede coordinar con la entidad proveedora de servicios de agua. Es importante involucrar en esta tarea a los líderes de la comunidad, para que se responsabilicen del cuidado del agua de consumo humano.



Tratamiento del agua a nivel domiciliario

La eficiencia del tratamiento en la remoción de los compuestos que afectan la aceptabilidad del agua para consumo humano está influenciada por la calidad del agua cruda y, en especial, por su operación, mantenimiento y el control de los procesos de tratamiento y desinfección.

La distribución de agua a la población afectada culmina con la disposición del agua al interior de las viviendas, donde se debe implementar una serie de medidas para evitar su contaminación.

La elección del tratamiento se realiza en función de la calidad del agua que abastece a la comunidad, de la disponibilidad de energía eléctrica y del número de personas beneficiadas. Los resultados de la sistematización de la información ayudarán a definir el tipo de tratamiento que se debe brindar al agua al nivel domiciliario.

Clarificación

Antes de la desinfección se debe remover la turbiedad, el color y otras impurezas precipitables que se encuentran en el agua. De nada sirve echar cloro en este tipo de agua.

Los procesos de clarificación más frecuentes son:

- Sedimentación, coagulación o floculación
- Tamizado
- Adsorción (carbón, arcilla, etc.)
- Filtración (Filtros cerámicos, lentos de arena, rápidos de arena)

Desinfección

El agua desinfectada debe almacenarse solamente en envases limpios, cerrados y que no sean corrosivos, para minimizar los riesgos de contaminación.

Existen métodos físicos y químicos para la desinfección casera del agua.

a. Métodos físicos: ebullición, UV y Sodis¹⁶

b. Métodos químicos: cloración¹⁷ (con hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, etc.), iodación y ozono

Se resumen algunos métodos para el tratamiento doméstico de agua y se detallan sus ventajas y limitaciones en el contexto de las emergencias y desastres.

Cuadro N° 7

Métodos para el tratamiento doméstico del agua en situaciones de emergencia y desastre ¹⁸				
Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
Clarificación				
Sedimentación (almacenamiento)	Se almacena agua sin tratar en un primer recipiente. Luego de 24 horas, con cuidado, se vacía el agua en un segundo recipiente. Después de 24 horas, se echa el agua en un tercer recipiente.	Un 50% de la mayoría de bacterias muere. Se elimina una parte importante de la turbidez.	Método sencillo. A través del almacenamiento del agua y con la aplicación de algunos coagulantes como el sulfato de aluminio ¹⁹ se puede reducir su turbiedad.	Eliminación parcial de los organismos patógenos. Para el consumo humano se recomienda hervir el agua o desinfectarla después de la clarificación.

16 Environmental and Public Health Organization. <http://enpho.org/sodis.html>

17 OPS, *Pautas para el desarrollo de estrategias en salud ante desplazamientos masivos: Guía para autoridades territoriales*, 2004. http://www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/04metodos_dedesinfeccion_delagua.htm

18 CDC: Centro para el control y la prevención de enfermedades, Departamento de salud y servicios humanos, *Manual del sistema de agua segura*. http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/s-alt_water.htm#figure_19

19 ACNUR, *Manual para situaciones de emergencia*, febrero 1988. <http://www.acnur.org/biblioteca/pdf/1664.pdf>

Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
Tamizado	<p>Se utiliza un recipiente con capacidad para 20 litros y un pedazo de tela o paño fino.</p> <p>Se echa el agua a través de la tela monofilamento.</p>	<p>Alguna turbidez.</p> <p>Puede reducir la transmisión del nematodo de Guinea, pero no eliminarla.</p>	<p>Método simple para la prevención del <i>nematodo de Guinea</i> en las zonas en las que los <i>copépodos</i> albergan <i>V. cholerae</i>.</p>	<p>Eliminación limitada de otros patógenos.</p> <p>El agua está menos turbia, pero requiere ser desinfectada.</p>
"Adsorción" o filtros "catalíticos"	<p>El agua pasa a través de un filtro molido muy finamente, compuesto de zeolita o similar.</p> <p>Llenar la botella con agua sin tratar y aspirar en el tubo de la tapa, sacando el agua a través del filtro. El tamaño de los poros es de aproximadamente 2 micrones.</p>	<p>Sabor, olor, cloro y sólidos patógenos en suspensión, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados.</p> <p>Esto elimina casi todas las impurezas.</p>	<p>Muy simples de utilizar. Los pequeños filtros se unen a la tapa de una botella de agua.</p>	<p>Los filtros son fáciles de cegar por los sólidos en suspensión.</p> <p>Tienen una vida limitada ya que son capaces de filtrar un máximo de 750 litros de agua.</p> <p>Son relativamente costosos.</p>
Filtros cerámicos (Ver anexo N° 4)	<p>El agua pasa (por gravedad o sifón) del exterior al interior a través de un cilindro de cerámica, no vidriado (llamado a menudo "vela").</p>	<p>Sólidos en suspensión y organismos patógenos, incluyendo virus, que no pueden pasar a través de un poro de 0.2 micrones.</p>	<p>Existen filtros simples y robustos.</p>	<p>Los sólidos en suspensión se eliminan frotando la vela, lo que elimina el mate.</p> <p>Las velas pueden ser relativamente costosas.</p>

Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
Filtros lentos de arena	Se utiliza una arena relativamente fina y una tasa lenta de filtración para eliminar las impurezas por sedimentación, adsorción, tamizado, y procesos químicos y biológicos.	Reduce sustancialmente elementos patógenos (los métodos microbiológicos son el mecanismo principal de eliminación).	Puede emplearse a nivel individual o colectivo. Reducción de patógenos pero no eliminación completa. Materiales localmente disponibles.	Solo apropiado para agua sin tratar con una turbidez inferior a 20 NTU. Requiere un mantenimiento cuidadoso.
Filtros de arena rápidos	Uso de arena más gruesa y una tasa más elevada de flujo que los filtros lentos para eliminar las impurezas mediante la sedimentación, adsorción, tamizado, procesos químicos y microbiológicos.	Sólidos en suspensión especialmente después de la coagulación y la floculación.	Relativamente pequeños y compactos.	No es eficaz para eliminar patógenos. Necesita un sistema para retrolavado.
Desinfección				
Ebullición	El agua debe ser hervida vigorosamente durante un minuto desde que empieza la ebullición, si la localidad está ubicada en el nivel del mar. Se debe dejar hervir durante un minuto más por cada 1000 m de altitud.	Mata a casi todos los patógenos transmitidos por el agua.	La Agencia de Protección Ambiental ²⁰ indica que es el mejor método para desinfectar de manera eficaz pequeñas cantidades de agua. En situaciones de emergencia se puede hervir el agua como medida temporal.	Utilización de combustible. Es una labor que demanda mucho tiempo. El consumo de leña conduce a la deforestación. Efectivo como tratamiento casero, no es un método factible para abastecimientos públicos de agua.

20 www.epa.gov/safewater/agua/desinfeccion.html

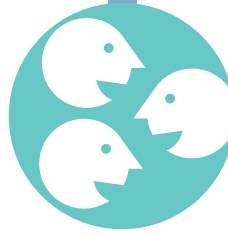
Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
UV	Es un método para la desinfección del agua que hace uso de luz y rayos ultravioletas, generados por lámparas, para destruir elementos patógenos del agua.	Con este tratamiento se produce la muerte de los gérmenes patógenos, pero no la eliminación de la materia orgánica, ya que en este caso no se dispone de un agente oxidante.	Método efectivo de desinfección para aguas claras.	Las lámparas son difíciles de obtener y requieren energía eléctrica. Su efectividad es reducida cuando el agua es turbia o contiene nitrato, sulfato y hierro. No produce residuos que protejan el agua contra una nueva contaminación ²¹ .
Sodis (Ver anexo N° 5)	Desinfección por radiación ultravioleta y calor, mediante exposición a plena luz solar, durante 6 horas en botella de plástico transparente.	Destruye la mayoría de los patógenos transmitidos por el agua.	Utiliza botellas de plástico que son fáciles de manejar, cómodas para almacenar y transportar. El sistema es sostenible y no requiere productos fungibles, excepto las botellas.	Requiere condiciones climatológicas con una cantidad mínima de luz solar. Solo es apropiado para utilizar agua con turbidez inferior a 30 NTU. No es conveniente para grandes volúmenes de agua.
Cloración mediante cloro líquido (hipoclorito de sodio) (Ver anexo N° 6)	Desinfección con cloro localmente disponible (solución de hipoclorito de sodio o adquirida como blanqueador). Se emplea un recipiente con grifo y cuello estrecho. Promoción de la higiene.	Inactiva o destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua. Oxida las sustancias orgánicas.	La producción del desinfectante por medio de procesos electroquímicos es una alternativa que cada día tiene mayor aceptación. Se puede aplicar en grandes volúmenes de agua.	El suministro local de hipoclorito debe ser continuo.

21 CDC, *Manual del sistema de agua segura*. http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/s1_toc.htm

Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
Cloración mediante hipoclorito de calcio granular (HTH)	Se prepara una solución madre con una concentración de cloro, para incorporar la dosis correspondiente para este fin ²² .	Destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua.	Tiene un contenido de cloro en polvo altamente concentrado, que va desde el 65% hasta el 70% de cloro disponible.	En la mayoría de países, el HTH debe importarse y el almacenamiento puede ser difícil, especialmente en condiciones húmedas o cálidas.
Comprimidos de cloro	Desinfección con comprimidos de hipoclorito de calcio (o ácido tricloroisocianúrico ²³) que se disuelve en el agua	Activa o destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua. Oxida las sustancias orgánicas	Relativamente fáciles de distribuir y utilizar, en particular, en situaciones de emergencia. Tiene efecto residual.	No se dispone a nivel local. Resulta costoso para uso a largo plazo. El cloro disponible en el comprimido puede perder su potencia con los años.
Iodación	Luego del cloro, el yodo es el reactivo más corriente para desinfectar agua.	Produce la muerte de elementos patógenos.	Tiene propiedades como desinfectante. La elevada volatilidad del yodo en soluciones acuosas es favorable en situaciones de desastre.	Se requieren dosis adecuadas para alcanzar una desinfección satisfactoria. No es efectivo cuando el agua presenta color o turbidez.
Cal clorada, dióxido de cloro, NADDC y ozono	No son comunes en situaciones normales, menos aún ante desastres.			

22 <http://www.disaster-info.net/edan/publicacion/word/EdanBookAnexo8.doc>

23 Los comprimidos de ácido tricloroisocianúrico no están aprobados por la OMS para uso en agua potable.



CAPÍTULO 4

Organización interinstitucional para la provisión de agua segura en situaciones de emergencia y desastre

La calidad del agua de consumo puede controlarse mediante la protección combinada de la fuente de agua, los procesos de tratamiento, la distribución y el manejo del agua a nivel casero. Estas acciones involucran a una serie de actores, que van desde las autoridades municipales y sectoriales, las entidades prestadoras de servicios de agua, hasta la misma comunidad afectada. El éxito en las actividades de distribución y monitoreo del agua en situaciones de desastre depende de los niveles de coordinación existentes entre estos actores.

Es necesario implementar procesos colectivos con las comunidades, establecer comunicación con los pobladores afectados, identificar líderes y personas de reconocida aceptación en la comunidad, definir interlocutores y canales de comunicación para informar a la comunidad respecto de las decisiones que se tomen en relación a los servicios de agua y saneamiento.

La organización y las funciones de las entidades involucradas en la respuesta a desastres se articulan en una instancia de coordinación y toma de decisiones, como el Comité Operativo de Emergencias (nacional, provincial/departamental o local), presidido por la máxima autoridad e integrado por representantes de empresas prestadoras de servicios de agua, juntas administradoras, Defensa Civil, ministerios y dependencias, bomberos, policía y ONG, entre otros. Es importante partir de la premisa de que la primera respuesta debe

proveerla el nivel local, por lo cual, en esa instancia se debe disponer de una plataforma organizada para responder al evento adverso.

Para la ejecución de estas acciones es importante que los diferentes niveles definan roles y responsabilidades entre los actores involucrados en la provisión, la vigilancia y el control de la calidad del agua.

Roles y responsabilidades de los actores involucrados

- **Gobierno**

En cada país existe una institución nacional que promueve, facilita y coordina las funciones de prevención, mitigación, preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción. Sus atribuciones y responsabilidades generalmente están asignadas por ley. Esta institución coordinadora reúne a los ministerios, secretarías y demás entidades que tienen responsabilidad en el tema, de manera sectorial, intersectorial y territorial; establece normas y directivas para incorporar transversalmente en los planes de desarrollo institucional lineamientos con enfoque de gestión de riesgos; formula planes de prevención y atención de desastre; y prepara planes de contingencia ante una emergencia o desastre, que deben contemplar acciones para la vigilancia de la calidad del agua.

Esta organización se replica a menor escala en los niveles regionales y locales. Los ministerios y organismos desconcentrados que tienen como responsabilidad realizar la vigilancia y el control de la calidad del agua deben ser parte de este sistema y tener un representante a nivel nacional, regional o local.

- **Sectorial**

- a. Autoridad de agua y saneamiento en el ámbito nacional/ regional**

Como entidad reguladora del sector agua y saneamiento en el país, cumple la función de fiscalizar a las entidades abastecedoras de agua. Esta entidad establece los lineamientos para la formulación de planes de contingencia y/o emergencia, que contemplan acciones específicas para la vigilancia de la calidad del agua a ser ejecutadas por la entidad prestadora de este servicio en el nivel local.

b. Autoridad de salud a nivel nacional / regional

El Ministerio de Salud, a través de la unidad encargada de la vigilancia de la calidad de agua o la dependencia que haga sus veces, recibirá información de las instancias descentralizadas a nivel departamental/provincial/local, con el fin de preparar el informe nacional de calidad del agua y fijar las políticas y estrategias a seguir en materia de calidad del agua.

- **Autoridades de cuenca hidrográfica**

La autoridad de cuenca o quien realice esta función deberá formular un plan de contingencia involucrando a los diversos usuarios de la cuenca para proteger su cauce, verter sus efluentes, con la finalidad de establecer controles para minimizar el impacto en la calidad de la fuente de agua de consumo humano.

- **Autoridades locales**

El COE local coordina permanentemente con las instituciones públicas, privadas y los organismos no gubernamentales de su jurisdicción, las acciones necesarias para la prevención y atención en caso de emergencia o desastre. En esta instancia de coordinación también participan el sector salud, las entidades prestadoras de los servicios básicos y otros actores locales relacionados con el tema de agua.

Entre otras, las funciones de este comité son: identificación de riesgos potenciales que pueden afectar a la comunidad e infraestructura; la implementación de medidas para la reducción de riesgos, y la definición de acciones de coordinación para enfrentar la emergencia y atender a la población.

Con respecto a la provisión de agua segura, las autoridades locales deben realizar una función supervisora sobre los proveedores de los servicios de agua y solicitar la evaluación de los riesgos y la formulación de planes de contingencia ante posibles emergencias o desastres; correspondiéndole al sector salud a nivel local ejercer la vigilancia sobre la calidad del agua de consumo humano, como parte de las acciones normales en su jurisdicción, y preparar material de información para la población.

En caso de emergencia o desastre, el COE local debe priorizar la provisión de agua segura a la población afectada. Para ese fin, el responsable de salud de este nivel, de acuerdo con su plan, debe desarrollar una serie de acciones que incluyen la evaluación de daños, el monitoreo de la calidad del agua, la provisión de información a la sala de situación, la verificación de acciones correctivas y la transmisión de mensajes de información sanitaria a la población.

- **Entidades proveedoras de servicios de agua**

Las entidades proveedoras de agua potable tienen la responsabilidad permanente de asegurar la provisión de agua segura a la población, para lo cual desarrollan acciones de control de la calidad del agua de consumo humano, aplican planes de seguridad para garantizar el proceso de abastecimiento de agua, evalúan el riesgo al que se puede encontrar expuesto el sistema y cuentan con planes de respuesta para eventos adversos que puedan poner en peligro la prestación de los servicios.

Durante la emergencia, tienen la responsabilidad de continuar con la provisión de agua segura a la población, en coordinación con el COE local. Pueden contribuir también a la respuesta local, mediante la ampliación de la entrega de este líquido a las poblaciones aledañas, que normalmente no se encuentran en su cobertura.

- **Comunidad**

Las autoridades locales deben involucrar a la comunidad, ya sea de forma organizada o individual, en diversas actividades, tanto previas a la emergencia o desastre como en la respuesta y rehabilitación.

Resulta efectivo favorecer la creación de comités comunitarios para el fomento, la educación y la formación en el ámbito de la salud y la higiene.



Durante la emergencia, la comunidad puede realizar las siguientes acciones:

- Proveer información sobre la población afectada.
- Informar sobre la afectación de los componentes del sistema de agua, proponiendo alternativas de suministro, si es el caso, así como datos de fuentes alternas en los alrededores.
- Verificar los aspectos de accesibilidad para plantear la posibilidad de transportar agua en camiones cisterna.
- Ejecutar acciones en la administración de puntos de distribución de agua; limpieza de tanques de almacenamiento de agua; vigilancia de la calidad del agua a nivel domiciliario; distribución y uso de cloro; y otras que faciliten la aplicación de medidas emitidas por la autoridad de salud.

En el cuadro N° 8, se sintetizan las acciones y actores involucrados en el control y vigilancia de la calidad del agua durante el proceso de la gestión del riesgo.

Cuadro N° 8

Acciones y actores relacionados con la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre	
Acciones	Actores involucrados
Incorporar estrategias de gestión del riesgo en los planes sectoriales (agua y saneamiento), municipales y en los de desarrollo local, con asignación de presupuesto participativo.	Autoridad local, órgano de control y sector de agua y saneamiento
Incorporar el factor riesgo en los proyectos y programas de agua y saneamiento, con enfoque de sostenibilidad.	Autoridad local y entidad prestadora de los servicios de agua
Intervenir el riesgo del sistema de agua: <ul style="list-style-type: none"> Identificar las amenazas que pueden afectar la infraestructura sanitaria. Identificar las vulnerabilidades de los componentes del sistema de agua frente a las distintas amenazas. Desarrollar acciones para disminuir la vulnerabilidad a la que está expuesta la infraestructura del sistema de agua. 	Entidad prestadora de los servicios de agua, autoridad local y órgano de control
Conformar el COE local con la participación de diferentes actores involucrados en la respuesta ante desastres, incluyendo al sector salud y a las entidades prestadoras de servicios de agua y saneamiento.	Comité Operativo de Emergencia local, autoridades locales, Ministerio de Salud, entidad prestadora de los servicios de agua, población organizada, ONG y agencias de cooperación.
Elaborar el “Plan local de preparativos para situaciones de emergencia y desastre”, que contemple acciones de respuesta sobre provisión de agua segura, con responsabilidades compartidas entre las instituciones involucradas en el tema.	Autoridad local y otros miembros del COE
Elaborar el “Plan institucional de preparativos para situaciones de emergencia y desastre”, que contemple acciones específicas para la provisión y el control de la calidad del agua.	Entidad prestadora de los servicios de agua
Vigilar la calidad del agua en situaciones normales.	Ministerio de Salud del nivel local

A
N
T
E
S

A N T E S	Controlar la calidad del agua y realizar inspecciones sanitarias en todo el sistema de agua.	Entidad prestadora de los servicios de agua
	Preparar material de información sobre medidas sanitarias para distribuir a la población.	Autoridad local, Ministerio de Salud del nivel local
D U R A N T E	Activar las coordinaciones relacionadas con la provisión de agua segura en el plan local e institucional ante emergencias y desastres.	Autoridad local, entidad prestadora de los servicios de agua, Ministerio de Salud y otros miembros del COE
	Realizar la evaluación de daños y el análisis de necesidades (EDAN), describir el daño de la infraestructura del sistema de agua, la acción requerida, la capacidad disponible y los recursos humanos y materiales necesarios, para su correspondiente atención o para solicitar apoyo a las instancias respectivas.	Autoridad local, entidad prestadora de los servicios de agua, Ministerio de Salud del nivel local, y equipo multidisciplinario e interinstitucional
	Abastecer de agua segura a la población afectada, priorizando albergues y establecimientos prioritarios.	Entidad prestadora de los servicios de agua, Ministerio de Salud y autoridad local
	Ejercer el control de la calidad del agua en la fuente y distribución.	Entidad prestadora de los servicios de agua y autoridad local
	Ejecutar la vigilancia de la calidad del agua en los puntos de muestreo previamente identificados, priorizando los parámetros: pH, turbiedad, <i>E. coli</i> y cloro residual.	Ministerio de Salud del nivel local
	Proveer de información a la sala de situación sobre la calidad del agua que está consumiendo la población afectada, con el fin de tomar las medidas correctivas necesarias para evitar riesgos en la salud de la población.	Ministerio de Salud del nivel local y autoridad local
	Identificar y ejecutar acciones correctivas para el mejoramiento de la calidad del agua que consume la población (limpieza y desinfección de tanques de distribución y reservorios, educación sanitaria, etc.).	Entidad prestadora de los servicios de agua, Ministerio de Salud del nivel local, autoridad local, comunidad.
	Proporcionar permanentemente información a la población sobre las medidas que deben cumplir para el consumo de agua segura.	Autoridad local, Ministerio de Salud del nivel local y líderes comunitarios

<p>D U R A N T E</p>	<p>Involucrar a la población afectada en diferentes acciones orientadas a proteger su salud: cuidados en el almacenamiento de agua, prácticas de higiene, etc.</p>	<p>Comunidad, Ministerio de Salud, autoridad local.</p>
	<p>Diseñar las acciones necesarias para la rehabilitación de la provisión normal de los servicios básicos.</p>	<p>Autoridad local y entidad prestadora de los servicios de agua</p>
<p>D E S P U E S</p>	<p>Ejecutar las acciones necesarias para la rehabilitación de los servicios básicos, buscando recuperar en un corto plazo los niveles que tenían los servicios antes del desastre, así como aplicar medidas correctivas de largo plazo para la reconstrucción.</p>	<p>Entidad prestadora de los servicios de agua, autoridad local, sectores de agua y saneamiento y entidades competentes en otras instancias</p>



ANEXOS

Anexo 1

Páginas web con información relevante sobre calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre

Sitio	Descripción
http://www.disasterpublications.info/spanish/	Publicaciones del Programa de preparativos para desastres de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, que contiene documentos específicos sobre agua y saneamiento en situaciones de desastre
http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bv-caliagua.shtml	Biblioteca Virtual de Salud Ambiental del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS, de la OPS/OMS
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/es/index.html	Guías de la OMS para la calidad del agua potable y temas relacionados con el agua y las enfermedades infecciosas
http://www.sphereproject.org/content/view/114/84/lang,Spanish/	<i>Proyecto Esfera</i> , "Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastres". Reúne, entre otras, normas mínimas sobre agua y saneamiento para situaciones de emergencia y desastre
http://www.aguasegura.org/es/noticias.php?tipo_noticia=Noticia	Página web del Centro de recursos y gestión de conocimientos de la Alianza para la Promoción del Agua Segura y Hábitos Saludables para América Latina. En este sitio, instituciones de diferentes países, ONG, y agencias del Sistema de Naciones Unidas, comparten información sobre el tema
http://www.oxfam.org.uk/what_we_do/emergencies/how_we_work/water_sanitation.htm	Información sobre agua y saneamiento en situaciones de emergencia y desastre que provee OXFAM Gran Bretaña. Contiene manuales y guías sobre aspectos relacionados con el agua en situaciones de emergencia
http://www.unicef.org/spanish/wes/index_emergency.html	Información de Unicef sobre aspectos de agua y saneamiento para situaciones de emergencia

Anexo 1 . Continuación

<p>http://ec.europa.eu/echo/evaluation/wat_san2005.htm</p>	<p>Directrices del Departamento de Ayuda Humanitaria de la Unión Europea - ECHO en temas de agua y saneamiento para situaciones de desastre</p>
<p>http://www.crid.or.cr/crid/esp/index.html</p>	<p>Información técnica y científica, organizada y distribuida por el Centro Regional de Información para Desastres – CRID, que contiene, entre otros, herramientas bibliográficas, material de capacitación y recursos de información sobre temas de agua y saneamiento en situaciones de desastre</p>
<p>http://www.cdc.gov/spanish/agua-segura/</p>	<p>Información sobre agua segura proporcionada por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades – CDC.</p>
<p>http://www.epa.gov/safewater/faq/emerg_spanish.html</p>	<p>Información proporcionada por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, acerca de la desinfección del agua potable en emergencias</p>
<p>http://www.ifrc.org/sp/what/health/water/</p>	<p>Información sobre la intervención de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja en acciones relacionadas con la provisión de agua segura y saneamiento</p>



Anexo 2

Inspección sanitaria en situaciones de emergencia y desastre

I Información general

Nombre del sistema:

Ubicación:

Firma de la autoridad de agua/ Representante de la comunidad:

Fecha de la visita:

II Riesgos de alteración de la calidad del agua ante situaciones de desastre

	Lugares de evaluación (incluyendo lugares de atención en la emergencia)	Aspectos de riesgo identificados
1	Fuentes de abastecimiento de agua y/o captaciones (pozo, manantial, etc.)	
2	Puntos de acopio	
3	Almacenamiento (tanques comunitarios, tanques para captación de aguas lluvias, depósitos domésticos, etc.)	
4	Líneas de conducción	
5	Distribución (camiones cisterna, tanques)	
6	Tratamiento (clarificación, filtración y desinfección)	
7	Manipulación del agua (en viviendas, albergues, servicios de salud, servicios asistenciales, etc.)	

III Observaciones

Anexo 3

Herramientas para el reporte de la información sobre la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre

Formulario N° 1					
Seguimiento de las acciones de desinfección de agua en tanques de almacenamiento en albergues o viviendas					
Lugar de desinfección	Nº de recipientes estudiados	Nº de recipientes con cloro residual 0.2 - 0.5 ppm	Nº de recipientes sin clorar	% de población que cuenta con recipientes y cloro	Observaciones



Formulario N° 2
Monitoreo semanal del cloro residual en diversos puntos de distribución (tanques de agua, camiones, cisterna, red, etc.)

Información general

Ubicación: _____

Nombre de la persona que registra los datos: _____

Firma de la autoridad de agua / representante de la comunidad: _____

Semana: Del _____ al _____
 del mes de _____ de _____

Método utilizado para las determinaciones del cloro residual: _____

Control del cloro residual (en ppm)

Número de identificación*	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
	Hora	Cloro	Hora	Cloro	Hora	Cloro	Hora	Cloro	Hora	Cloro	Hora	Cloro	Hora	Cloro

* Aplica a cualquier recipiente: tanques de agua, camiones cisterna, red, etc.



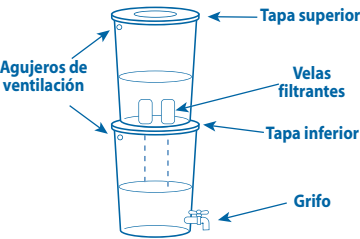
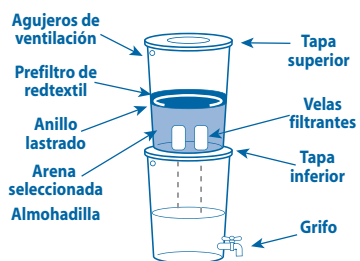
Anexo 4

Tipos de filtración

Como medida de clarificación es factible filtrar el agua mediante diversos tipos de filtros caseros, que suelen ser muy eficaces cuando se usan adecuadamente. Entre ellos, los más empleados son los filtros de vela cerámica y los filtros de arena.

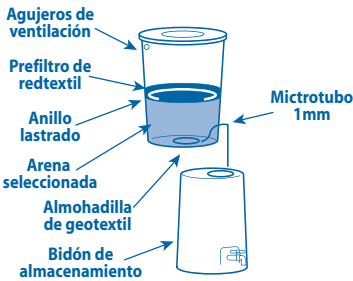
Estos filtros eliminan la materia gruesa o fina suspendida, pero no desinfectan el agua, por lo que es necesario hervir o clorar el agua filtrada.

En las viviendas, las familias deben instalarlos en lugares adecuados. Para su uso óptimo es importante considerar algunas acciones de mantenimiento, como las tareas de limpieza de las velas y/o de la arena, cada vez que el flujo del agua se reduzca notoriamente.

Tipo de filtro		Descripción
Filtros cerámicos (con velas filtrantes de cerámica)		<p>El agua pasa de un depósito a otro, a través de un pequeño cilindro cerámico llamado "vela". Se accede al agua a través de un grifo.</p> <p>Las velas son elaboradas con una cerámica de buena calidad (cuyos poros miden 0.2 micrones). Algunas están impregnadas con plata para matar a los elementos patógenos.</p> <p>En algunos sistemas, el filtro de vela es precedido por un filtro de cuerda de polipropileno para eliminar las partículas en suspensión o empacado con carbono activado para eliminar los productos químicos, orgánicos y sabores.</p>
Filtros lentos de arena (con velas filtrantes de cerámica y prefiltro de arena)		<p>El proceso es similar al anterior pero, previo al paso del agua por la vela, atraviesa por una arena relativamente fina.</p> <p>Se accede al agua a través de un grifo.</p>



Anexo 4. Continuación

Tipo de filtro		Descripción
Filtro de arena rápidos		<p>A diferencia de los anteriores, este filtro no lleva vela cerámica y, luego del tratamiento, pasa directamente a un bidón de almacenamiento.</p> <p>Emplea arena más gruesa, por lo tanto el agua pasa con mayor rapidez.</p>

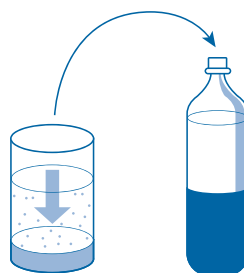
Anexo 5

Método de desinfección Sodis*

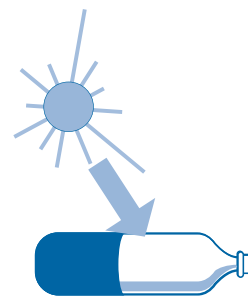
¿En qué consiste el tratamiento Sodis?

Es un método simple de purificación de agua que, haciendo uso de la radiación ultravioleta (UV) del sol y la radiación infrarroja, permite eliminar los microorganismos que causan enfermedades, dejándola apta para el consumo humano.

El agua en la botella tiene que alcanzar 50° C durante una hora y la radiación total del sol debe ser más alta que 500 Wh/m².



Remoción de sólidos por sedimentación



Eliminación de microorganismos por radiación ultravioleta

¿Cómo es el proceso?

- Limpiar el interior y exterior de envases plásticos vacíos de botellas de agua mineral, de uno o dos litros de capacidad.
- Pintar la mitad inferior de la botella con pintura negra (ver dibujo).
- Se recomienda preparar aproximadamente 3 litros por persona.

Todos los días:

- Llenar completamente las botellas con agua. Si el agua es turbia, primero proceder a clarificarla, mediante un proceso de sedimentación o filtración.
- Asegurar la tapa.
- Antes de las 10 de la mañana, colocar las botellas sobre una superficie plana, verificando que no se mueva.
- Constatar que las botellas estén expuestas al sol hasta las 3 de la tarde.
- Dejar enfriar el agua a lo largo de la noche y emplearla para beber al día siguiente.
- En condiciones nubladas (más del 50 %), exponer las botellas durante dos días.

¿Qué ventajas tiene?

- Modo casero de desinfección de agua, ideal para pequeñas cantidades.
- Cada botella puede tratar de uno a dos litros de agua en un día.
- No utiliza electricidad.
- Tiene una base científica comprobada.

¿Cuáles son sus limitaciones?

- No mejora la calidad química o física del agua.
- Requiere agua relativamente limpia, sin turbiedad.
- No es conveniente para grandes volúmenes de agua.
- Requiere para funcionar de ciertas condiciones climáticas (luz del sol).

* <http://enpho.org/sodis.html>

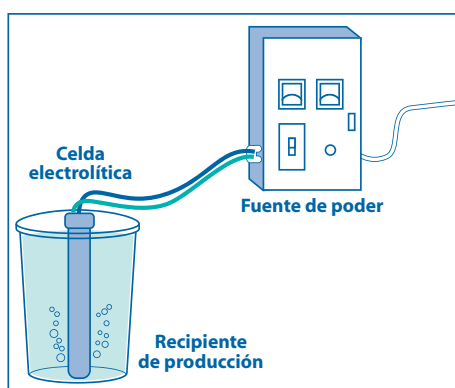
Anexo 6

Equipo de producción de cloro in situ*

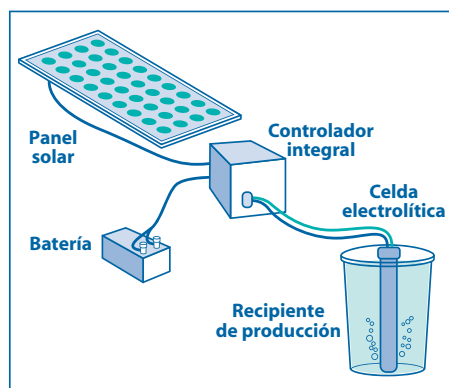
Este equipo es útil cuando el abastecimiento de agua potable se interrumpe, lo que generalmente sucede en un escenario de emergencia o desastre, cuando hay afectación de la infraestructura sanitaria.

Para que el equipo funcione se requiere de algún tipo de suministro de energía, ya sea eléctrica o solar.

Electrólisis con energía eléctrica



Electrólisis con energía solar



El equipo para electrólisis consta de una fuente de poder, una celda electrolítica y un tanque para la electrólisis. El procedimiento se efectúa a través de la celda electrolítica, que debe estar sumergida verticalmente en un tanque de plástico (para evitar su deterioro por oxidación). En el tanque se coloca una solución de sal común (cloruro de sodio) en una proporción de 30 gramos por litro de agua, a partir de la cual se obtiene el desinfectante (hipoclorito de sodio) con una concentración de 5 gramos por litro (0.5 %).

Terminada la producción del desinfectante, debe efectuarse la limpieza del equipo, en especial de la celda electrolítica. Para eliminar las incrustaciones de sal provenientes del proceso de electrólisis se usa una solución de agua y vinagre, posteriormente dejar que se seque y guardarla en un lugar protegido.

* CEPIS/OPS-Sistema de desinfección del agua y alimentos a nivel domiciliario, Lima, Perú, 1999.
<http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt81/hdt81.html>

Anexo 6. Continuación

Protección de cloro in situ

Ventajas	Restricciones
<ul style="list-style-type: none"> • Alternativa de bajo costo para mejorar el agua de consumo de poblaciones vulnerables. • Equipos fáciles de operar y mantener, que además utilizan insumos (sal y vinagre) de bajo costo y fácil acceso. • Incorpora un componente de educación sanitaria para mejorar las prácticas higiénicas de la comunidad. • Fortalece la organización y el sentido de responsabilidad de la comunidad, a través de la autosostenibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente requiere que alguna institución provea un mínimo de supervisión y apoyo. • Normalmente los pobladores están dispuestos a pagar por la operación y el mantenimiento de los equipos, mas no por su reposición al término de su vida útil.

Glosario

Agua potable. Aquella que, por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población sin producir efectos adversos a su salud.

Agua segura. La que no contiene bacterias peligrosas, metales tóxicos disueltos ni productos químicos peligrosos para la salud y es, por lo tanto, considerada segura para beber.

Agua para consumo humano. Aquella que se utiliza en el consumo directo y la preparación de alimentos. Sinónimo de *agua potable*.

Calidad del agua. Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

Cloro residual. Cantidad de cloro que está presente en el agua después de haber transcurrido un período de 30 minutos de contacto de la solución desinfectante con el agua a desinfectar.


Desinfección. Destrucción o eliminación de microorganismos presentes en el agua, capaces de producir enfermedades.

***Escherichia coli* (E. coli).** Bacilo aerobio gram-negativo que no produce esporas, pertenece a la familia de los enterobacteriáceas y se caracteriza por poseer las enzimas b - Galactosidasa y b - gluoroanidasa. Se desarrolla a 44 ± 0.5 °C en medios complejos, fermenta la lactosa liberando ácido y gas, produce indol a partir del triptófano y no produce oxidasa.

Inspección sanitaria. Revisión *in situ* de la fuente de agua, las instalaciones, los equipos, la operación y el mantenimiento de un sistema público de abastecimiento de agua, con el propósito de evaluar si dichos elementos son adecuados para producir y distribuir agua segura.

Turbiedad. Falta de transparencia natural, por estar sucio o mezclado con alguna cosa. Sinónimo de *enturbiamiento*, *suciedad* y *opacidad*.

Peligro. Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno (natural o tecnológico) potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente.



Vulnerabilidad. Factor de riesgo interno que tiene una población, infraestructura o sistema que está expuesto a una amenaza y corresponde a su disposición intrínseca de ser afectado o susceptible de sufrir daño.

Análisis de vulnerabilidad. Estudio que permite evaluar los riesgos potenciales a que están sometidos los distintos componentes de un sistema de suministro de agua.

Emergencia. Evento repentino e imprevisto que ocasiona daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente, debido a un peligro natural o tecnológico que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada sin exceder la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

En un sistema de suministro de agua para consumo humano, la emergencia puede deberse a fallas técnicas, de operación, de diseño, de control o estructurales, que pueden ser naturales, accidentales o provocadas, que alteran su operación normal o la calidad del agua, y que obligan a adoptar medidas inmediatas para minimizar sus consecuencias.

Desastre. Interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad que causa grandes pérdidas humanas, materiales o ambientales, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios y necesite la especial atención de los organismos del Estado y de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social.


Evaluación de daños y análisis de necesidades (EDAN). Identificación y registro cualitativo y cuantitativo de la extensión, gravedad y localización de los efectos de un evento adverso. Información que se utiliza para la identificación de necesidades.

Plan de emergencia. Procedimiento escrito que permite a las autoridades atender en forma efectiva una situación de emergencia. En los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, los planes de emergencia son fundamentales en la definición de roles para brindar una respuesta eficaz.

Resiliencia. Nivel de asimilación o capacidad de recuperación que tiene la unidad social frente al impacto de una amenaza o peligro. La baja resiliencia se expresa en limitaciones de acceso o adaptabilidad de la unidad social (familias, comunidad, sociedad) y su incapacidad o deficiencia en absorber el impacto de un fenómeno peligroso.

Bibliografía

- ACNUR. *Manual para situaciones de emergencia*. febrero, 1988.
- American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th ed., 1998, AWWA, WPCF, WEF, USA.
- Aurazo, M. *Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida*. Lima, 2004.
- Castillo G., Duarte R., Ruiz Z., Marucic MT., Honorato B., Mercado R., Coloma V., Lorca V., Martins MT., Dutka BJ. *Evaluation of Disinfected and Untreated Drinking Water Supplies in Chile by the H₂S Paper Strip Test*. *Water Research* 28(8): 1765-1770.
- Centro Panamericano de Ingeniería y Ciencias del Ambiente (CEPIS) / OPS. *Sistemas de abastecimiento de agua para pequeños sistemas de abastecimiento de agua en países en desarrollo*, 1988. <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind55/desinf/desin.html>
- Environmental and Public Health Organization. <http://enpho.org/sodis.html>
- GTZ. *Aplicación de la gestión del riesgo para el desarrollo rural sostenible*. Lima, 2006.
- Giraldo, B. *Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo*. Lima, 2002.
- Hernández, H. *Agua y saneamiento: opciones prácticas para vivir mejor*. 2002. www.disaster.info.desastres.net/desplazados
- Kromoredjo P., Fujioka RS, *Evaluating Three Simple Methods to Assess the Microbial Quality of Drinking Water in Indonesia*, *Environ Toxic Water Quality* 6: 259-270; 1991.
- MINSA-OGE. *Manual para la implementación de la vigilancia epidemiológica en desastres*. Lima, 2004.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. *Vigilancia y control de la calidad del agua*. Quito, 2004.
- Organización Mundial de la Salud - OMS. *Guías para la calidad del agua*. vol. 1-3 ed. 2004.

- 
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. *Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales*. Washington, D. C., 1982.
 - Rojas, R. *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima: OPS/OMS-CEPIS., 2002.
 - Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. *Preparativos de salud para situaciones de desastres – guía para el nivel local*. Ecuador, 2003.
 - Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. *El desafío del sector agua y saneamiento en la reducción de desastres: mejorar la calidad de vida reduciendo vulnerabilidades*. Washington, D. C.: 2006.
 - Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz*. 2a edición, Washington, D. C., 2004.
 - Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. *Vigilancia epidemiológica sanitaria en situaciones de desastres. Guía para el nivel local*. Washington, D. C., 2002.
 - Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. *Efectos de la erupción del volcán Reventador en los sistemas de agua y alcantarillado*. Lima, 2003.
 - Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. *Crónicas de desastres - Fenómeno El Niño 1997-1998*, Washington. D. C. 2000.
 - Proyecto Esfera. *Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre*. 2004.
 - Reiff, Fred. Vicente UIT, *Manual de desinfección. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección de agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe*. Serie técnica N° 10 000, 1995.
 - Solsona, F. Méndez, J. P., *Desinfección del agua*, cap. 10, 'Desinfección especial y de emergencia', Lima OPS/OMS-CEPIS; 2002.
 - Solsona, F., *Guías para elaborar normas de calidad del agua de bebida en los países en desarrollo*, Lima; 2002.

Después de los desastres, el agua se convierte en el bien más importante para la población afectada y su escasez o contaminación puede tener consecuencias muy graves sobre la salud pública.

Esta publicación presenta las principales acciones para el monitoreo de la calidad del agua para consumo humano durante situaciones de emergencia y desastre, considerando las necesidades inmediatamente posteriores al evento adverso hasta la rehabilitación de los servicios, con el fin de garantizar agua segura a la población afectada.

Describe las acciones en vigilancia y control de la calidad del agua, parámetros de evaluación, y lineamientos para el adecuado desarrollo de las inspecciones sanitarias y procesamiento de la información. Asimismo, se proponen medidas correctivas para mejorar la calidad del agua y se exponen los roles y responsabilidades de los actores involucrados en el abastecimiento de agua segura a la comunidad.

La Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre está orientada para los tomadores de decisiones, autoridades sanitarias, profesionales y técnicos de las instituciones encargadas de la prestación del servicio de agua, así como el personal de las agencias de ayuda humanitaria que trabajan en la provisión de agua segura a la población afectada en situaciones de emergencia o desastre.

Esta publicación puede consultarse en Internet en:
www.paho.org/desastres
www.disasterpublications.info/spanish/

