

# Desastres ocasionados por el hombre: impactos en el sistema de abastecimiento de agua

## Accidentes

### Impactos

La sociedad humana es cada vez más compleja y vulnerable a errores humanos o fallas técnicas. Esto puede dar lugar a una grave contaminación de las fuentes de agua y amenazas para la salud pública, algunas de estas fallas pueden ser: derrames de sustancias químicas, inundaciones, incendios, explosiones o ruptura de tuberías. El tipo e intensidad de los desastres ocasionados por el hombre varían considerablemente y una descripción detallada de tales escenarios va más allá del alcance de este documento.

### Prevención

La prevención eficaz de estos riesgos supone:

- ▀ colocar el equipo relacionado con el agua potable

## El agua en la guerra

**Yemen:** En la última guerra civil, muchas de las principales instalaciones de agua resultaron dañadas o minadas, lo que dio lugar a una grave escasez de agua. En Aden, 500 000 personas se quedaron sin agua potable y estaban a una temperatura de aproximadamente 50°C. Los esfuerzos de los ingenieros locales y de las organizaciones de socorro para reparar las estaciones muchas veces resultaron vanos debido al incumplimiento de las órdenes de cese al fuego y a la presencia de minas en el terreno. Ante esta situación desesperada, los civiles se vieron forzados a depender únicamente del abastecimiento inadecuado de agua a través de pozos cavados manualmente. Cuando finalmente llegó un tanque de agua, se produjeron violentos disturbios que ocasionaron muchos heridos.

**Ruanda:** La gran cantidad de cuerpos que se dejaron descomponer en los lagos y ríos ocasionaron su contaminación a gran escala.

**Chechnya:** Después del conflicto de 1996, los tanques de agua para el socorro que proporcionó el Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR) distribuyó más de 700.000 litros de agua por día, tanto en Grozny como en muchos otros pueblos afectados por el conflicto.

## Lección de Sandoz

En 1986, se incendió el almacén de una fábrica de productos químicos en Suiza. Treinta toneladas de sustancias químicas agrícolas contaminaron los millones de galones de agua que se usaron para apagar el incendio y que fueron a dar al Rin. El sistema de alarma de catástrofes ambientales de las cinco naciones no funcionó. A pesar de que no hubo pérdida de vidas humanas, murieron aproximadamente 500.000 peces y 40 plantas de tratamiento de agua ubicadas a lo largo del Rin tomaron medidas preventivas para detener o reducir la captación del agua. Las indemnizaciones por daños totalizaron más de US\$ 88 millones y el costo de la limpieza fue de aproximadamente US\$ 34 millones.

Después del desastre, el Comité Internacional para la Protección del Rin (CIPR) hizo un inventario de las plantas industriales que estaban alterando el río, lo cual también proporcionó información para la industria sobre medidas relacionadas con la construcción de depósitos de agua para incendios. Igualmente, se preparó una lista actualizada sobre aspectos legales y administrativos para ser distribuida a las autoridades en casos de emergencia. Se ha instalado un nuevo sistema de prevención y alerta compuesto por ocho centros principales internacionales de prevención en los ríos Rin y Moselle. Los centros atienden las 24 horas del día y brindan información de cualquier tipo para prevenir a los centros ubicados aguas abajo, así como al CIPR. Se ha desarrollado un modelo matemático que puede predecir el curso y concentración de una ola de contaminación en el Rin.

lejos del manejo, almacenamiento o fabricación de productos peligrosos;

- ▀ establecer una zona de protección alrededor de las fuentes de agua (véase el folleto de la OMS: Protección de las captaciones); y
- ▀ aplicar normas de seguridad, tecnologías y plantas de operación de emergencia para evitar el derrame de gas cloro en las plantas de tratamiento de agua (véase el folleto de la OMS: La desinfección del agua).

### Situaciones de conflicto

Los sistemas de abastecimiento de agua se pueden destruir o contaminar como un resultado deliberado o efecto colateral de conflictos bélicos. La destrucción de las centrales de energía también paraliza el abastecimiento del agua. La población civil, vulnerable a los efectos de la guerra, está particularmente expuesta al

riesgo; la mayoría de las muertes producidas en las guerras son ocasionadas por enfermedades transmitidas por el agua<sup>6</sup>.

Por lo general, en situaciones de conflicto las poblaciones urbanas son más vulnerables a contraer enfermedades transmitidas por el agua que las poblaciones rurales. La obtención de agua se convierte en una tarea difícil y muchas veces peligrosa; las personas

que hacen largas filas para conseguir agua generalmente están muy irritables. Las enfermedades dermatológicas debido a la falta de agua son muy comunes: en Srebrenica, durante el conflicto en la anterior Yugoslavia, más de 20% de los residentes tenían sarna. El suministro de calefacción central también puede resultar afectado, principalmente en el nivel distrital, como es el caso de muchos lugares de Europa del Este.

## Preguntas comunes en casos de desastres

La siguiente sección brinda información relevante a los encargados de tomar decisiones, con el fin de garantizar una acción inmediata en casos de emergencias. El texto se ha elaborado en un formato de pregunta-respuesta.

### ¿Qué fuente de agua se debe utilizar preferentemente?

Si no es posible distribuir agua embotellada a la población afectada, se deben considerar cuatro fuentes alternativas de agua. El agua superficial, a pesar de estar contaminada, puede ser la única solución práctica en una primera instancia. Sin embargo, el costo y tiempo invertidos para desarrollar cualquier opción también debería ser considerado.

#### Aguas subterráneas profundas

Por lo general, esta fuente es limpia, de buena calidad biológica y está sujeta a pocas variaciones estacionales. Sin embargo, la contaminación por sustancias químicas algunas veces puede producir toxicidad y un sabor desagradable.

#### Aguas superficiales y de manantiales

Se prefiere los pozos más profundos (con más de tres metros de profundidad) ya que tienen mejor calidad microbiana. Esta fuente está sujeta a variaciones estacionales y puede estar contaminada por fertilizantes y plaguicidas.

#### Aguas superficiales

Esta fuente suele estar contaminada, principalmente durante la estación de lluvias y está sujeta a conside-

rables variaciones estacionales. Muchas veces requiere instalaciones de tratamiento de agua complejas. Algunos métodos de captación pueden mejorar la calidad del agua considerablemente, como los pozos de aguas subterráneas ubicados cerca del río, las galerías de infiltración y filtración del lecho del río. Estas técnicas también reducen la vulnerabilidad ante el impacto de las tormentas.

#### Aguas de lluvia

En los países no industrializados, las aguas de lluvia pueden ser una fuente de agua limpia pero se pueden contaminar al entrar en contacto con la superficie de captación (por ejemplo: techos, tiendas o plásticos de campaña). El consumo exclusivo de aguas de lluvia por períodos prolongados puede dar lugar a deficiencias de minerales. Este suministro es muy irregular y por lo general se usa sólo como fuente complementaria.

Además, también se recomienda hacer acuerdos previos para abastecer agua potable en casos de emergencia con fuentes particulares (por ejemplo, centrales eléctricas, fábricas de cerveza y plantas de desalinización de hoteles), a un precio acordado o en forma gratuita, como parte del plan de preparación. Estos acuerdos reducen o evitan la necesidad de realizar negociaciones incómodas en situaciones de mucha tensión.

(6) Water in armed conflicts. Ginebra, Comité Internacional de la Cruz Roja, 1994.

## Desinfección de pozos y tuberías contaminados

### Instrucciones para la cloración con una fuerte solución de cloro

1. Interrumpir el suministro público de agua de la fuente (pozo, reservorio, etc.) que se va a desinfectar. Los reservorios y tanques se deben limpiar cuidadosamente con un cepillo y luego enjuagar el interior.

2. Usar una de las sustancias químicas que se mencionan; la cantidad debe corresponder a la capacidad máxima del reservorio (tanque).

3. Primero se debe disolver la sustancia en una cubeta (no se debe introducir más de 100 g de hipoclorito de calcio o cal clorada).

4. En el caso de los pozos (y manantiales) se debe verter la solución (una o más cubetas llenas, una después de otra) en el pozo. De ser posible, se agita el agua para asegurar una buena mezcla; se debe dejar de 50 a 100 mg de cloro disponible por litro durante 12 horas. Esta agua no se debe usar para beber. Luego se debe bombear el agua fuertemente clorada del pozo y no se debe usar hasta que el nivel de cloro residual por litro de agua sea menor de 0,7 mg.

5. En el caso de reservorios y tanques, se debe verter la solución en el tanque cuando esté con el agua hasta la mitad y luego taparlo completamente. Se deja por 12 horas. Luego se vacía completamente el tanque y se deja correr el agua. Se vuelve a iniciar las operaciones normales de uso y abastecimiento al público.

6. En el caso de tuberías, se debe usar 50 mg de cloro disponible por litro durante 24 horas o 100 mg de cloro disponible por litro durante 1 hora.

#### Cantidades requeridas para producir 100 litros de agua con 100 mg/l de cloro disponible:

- cal clorada: 25-30% de cal clorada: 3.000 g
- hipoclorito de calcio: 70% de cloro disponible: 1.400
- hipoclorito de sodio; 5% de cloro disponible: 20 litros.

Independientemente de la fuente que se use, se debe evaluar cuidadosamente el agua para descartar el riesgo de infecciones y envenenamientos por el agua. Se deben considerar inadecuadas las fuentes ubicadas cerca o aguas abajo de descargas de aguas residuales, industrias químicas, vertederos abandonados o en operación, sitios de disposición de residuos sólidos, minas abandonadas o en operación y otros lugares peligrosos, a no ser que un especialista en salud ambiental que conoce las condiciones locales recomiende lo contrario.

### ¿Cómo se deben proteger las fuentes de agua?

Se pueden usar los siguientes procedimientos:

- Evitar el acceso de personas y animales a las fuentes y asegurar el bombeo del agua a un reservorio

para su posterior distribución (de ser necesario, se debe construir una cerca alrededor de la fuente y asignar un guardián).

- Asegurar la disposición adecuada de excretas a una distancia segura de la fuente de agua (véase el folleto de la OMS Protección de los captaciones, o solicite consejo de un ingeniero especializado en salud ambiental).
- En el caso de un río, se debe asegurar que el agua no se utilice para el baño, lavado o para dar de beber a los animales aguas arriba del punto de captación.
- En el caso de un pozo con una bomba manual, el agua derramada se debe drenar apropiadamente lejos de la fuente en una fosa.
- Calcular el máximo rendimiento de los pozos, ya que la extracción excesiva puede dar lugar a la intrusión salina (principalmente en áreas costeras) o al secado del pozo (de ser necesario, se debe racionalizar el abastecimiento de agua).

### ¿Cómo determinar que el agua es segura para beber?

La principal preocupación es la ausencia de organismos patógenos. Los siguientes puntos a considerar son la toxicidad y la contaminación por sustancias químicas aunque no son condiciones que se pueden comprobar fácilmente. Además, no hay ninguna relación directa entre la apariencia física del agua (por ejemplo, turbiedad, sabor y olor) y sus riesgos a la salud.

Un nivel de cloro residual libre de 0,5 a 1,0 mg/l en el punto más lejano del sistema de distribución o el característico olor a cloro son por sí mismos las señales más importantes para proveer agua potable segura. En una situación de emergencia se requiere un nivel de cloro residual libre superior a lo normal, porque el agua suministrada tiene una alta probabilidad de volverse a contaminar antes de su consumo debido a que el agua de las inundaciones y desagües contaminados pueden entrar en el sistema de distribución a través de las fugas y porque el agua generalmente se almacena en recipientes abiertos.

**Esta "cloración de seguridad" sólo se debe usar inmediatamente después de la emergencia**, ya que muchas personas no beberán el agua si está demasiado clorada. Esto depende de las costumbres culturales y sociales; mientras que para algunas personas el olor y sabor del cloro es una prueba de calidad, para otras puede resultar desagradable y pueden recurrir a fuentes inseguras y sin desinfección. Aún cuando se reportan cadáveres en la fuente de agua, la cloración hará que el agua sea segura para beber. Sin embargo, las creencias culturales podrían impedir el uso de ciertas fuentes.

### ¿El agua demasiado clorada es cancerígena?

No, no es cancerígena si se bebe por períodos breves. Las investigaciones no han demostrado ninguna relación entre los niveles de cloro residual y el cáncer. Hay una creciente preocupación por la relación entre los subproductos de la cloración y el cáncer (véase el folleto de la OMS: Desinfección del agua), pero estos son riesgos de largo plazo. Se debe dar prioridad al control de la calidad microbiológica, principalmente durante los casos de emergencia. Durante la epidemia de cólera en Perú (1991), se podría haber evitado la alta tasa de mortalidad producida si no se hubiera interrumpido la cloración del agua potable por miedo a los efectos de los subproductos de la cloración sobre la salud.

### ¿Qué análisis de agua se debe llevar a cabo?

En situaciones de emergencia se deben realizar inmediatamente los análisis de rutina de pH, turbiedad y cloro residual y se deben continuar durante la rehabilitación. Los equipos simples deben permitir medir el pH, cloro residual y turbiedad. Cuando no se dispone de ellos, se debe verificar si el agua tiene el olor característico del cloro.

Se puede considerar el análisis para las bacterias termotolerantes cuando:

- no se aplica la cloración;
- el agua no contiene cloro residual;

- se está seleccionando nuevas fuentes;
- hay sospechas de contaminación de la fuente; o
- se pueden tomar medidas correctivas y mantener las pruebas de rutina.

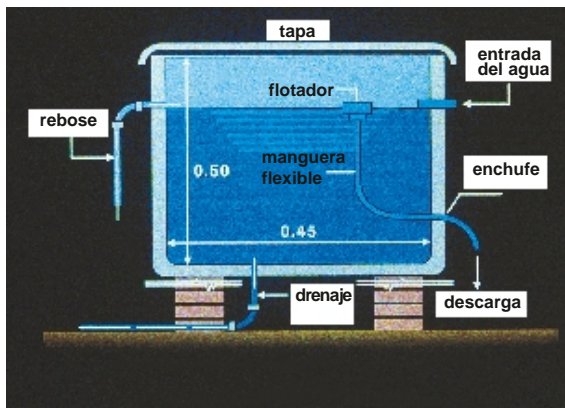
El análisis químico depende de la posible contaminación y de los requisitos para el tratamiento del agua. Al considerar la contaminación producida por aguas residuales o la agricultura, los nitratos deben ser motivo de preocupación. El agua con un alto contenido de nitratos (la norma de la OMS es de 50 mg NO<sub>3</sub> por litro) es nociva para los bebés alimentados con biberón (causan el síndrome de los bebés azules), pero no para los bebés amamantados o niños mayores y adultos. En lugar de declarar que una fuente con un alto contenido de nitratos no es apta para el consumo, se podría considerar la posibilidad de proporcionar a las madres agua embotellada de mejor calidad para sus bebés.

Muchas sustancias químicas, sin riesgos asociados para la salud, pueden otorgar color o mal sabor (hierro, cloruros) u olor al agua, lo cual puede motivar que las personas usen otras fuentes menos apropiadas de agua. Otras sustancias químicas causan graves problemas de salud relacionados con una exposición de largo plazo, como por ejemplo, la intoxicación por arsénico. Es importante tener siempre presente la calidad química del agua y la presencia de compuestos tóxicos y si se tiene alguna duda, se recomienda consultar con un ingeniero de salud ambiental. Si se teme una contaminación por sustancias tóxicas, se deben llevar a cabo los análisis pertinentes en un laboratorio o por un técnico experimentado con equipo de campo.

### ¿Cómo hacer que el agua sea segura para beber?

Evitar la contaminación bacteriológica del abastecimiento de agua es una prioridad, incluso cuando

**Tratamiento de emergencia = Desinfección**  
**Desinfección = Cloración**



Hipoclorador simple

se tiene la posibilidad de distribuir agua embotellada a la población afectada. La cloración es recomendable por razones de costo, eficacia y disponibilidad. Exponer un envase transparente al sol para matar los agentes patógenos mediante la radiación solar no se considera un método eficaz de desinfección. Otras técnicas más frecuentes de tratamiento incluyen la sedimentación, coagulación y filtración de arena (para el diseño, construcción y operación, remítase a la literatura técnica).

En casos de emergencia, por lo general se utilizan tabletas de cloro. Es importante hacer un solución primaria (véase el folleto de la OMS: Desinfección del agua) en lugar de echar simplemente las tabletas (aquellas que se usan en las piscinas) o granos en el agua. Las tabletas más grandes toman muchos días para disolverse (así fueron diseñadas). Después de los desastres ocasionados por el huracán Gilbert en Jamaica, se observaron tabletas acumuladas en el fondo de un camión cisterna y el agua suministrada no tenía cloro residual.

Si los niveles de cloro residual en el agua suministrada son insuficientes o no existe cloro residual y no se encuentra disponible otra agua potable, se debe recomendar al público que tome medidas alternativas para desinfectar cantidades pequeñas de agua para beber. Estas medidas pueden incluir hervir el agua o añadir desinfectantes en tabletas, polvo o solución.

## ¿Cuánta agua se debe suministrar?

Demanda diaria mínima de agua en casos de emergencia

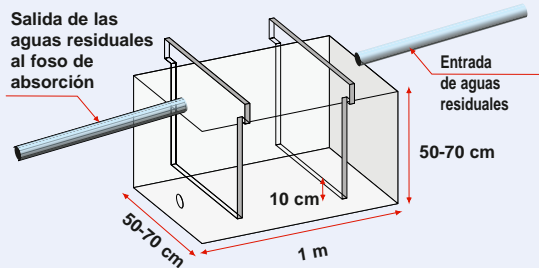
Tipo de emergencia	Cantidad de agua litros/persona (animal)/día
<b>Durante la evacuación:</b>	
En climas fríos y templados	3
en climas cálidos	7
Hospitales de campaña y puestos de primeros auxilios	40 - 60
Centros de alimentación masiva	20 - 30
Albergues temporales y campamentos	15 - 20
Instalaciones de lavado	35
Ganado	30 (vacuno) 15 (caprino/ animales pequeños)

Además de los requisitos mencionados anteriormente, el equipo de almacenamiento de agua debe tener una capacidad mínima de 2.000 litros y estar ubicado a una distancia mínima de 100 m del albergue más lejano. Además, para el almacenamiento domiciliario, se debe proveer bidones/bolsas de 10 litros y recipientes de 20 litros. Cada uno debe tener una abertura pequeña para evitar la contaminación del agua.

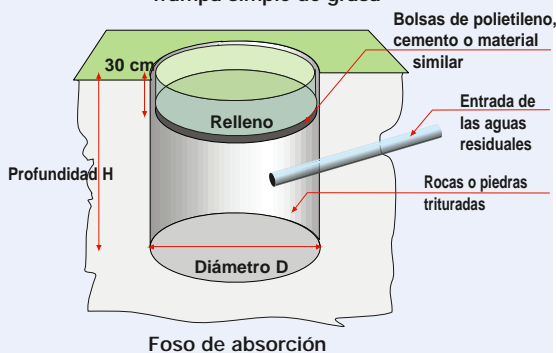
Los tanques usados para transportar y almacenar agua potable deben estar libres de contaminación y protegidos contra ella. Además, se debe evitar la reproducción de mosquitos en estos tanques. Los tanques disponibles localmente de las empresas comerciales de agua, fábricas de cerveza y de productos lácteos también pueden servir para transportar el agua después de una limpieza profunda y desinfección. Como parte del plan de operación, se recomienda hacer acuerdos con los propietarios de los tanques. Evite usar camiones o contenedores de gasolina, de sustancias químicas o de aguas residuales. Las cámaras de goma (de 2.000 litros) son muy prácticas para convertir los camiones plataformas en camiones de agua. Al seleccionar los camiones cisterna se deben considerar las condiciones de los caminos. Es probable que los camiones grandes no puedan circular por caminos estrechos o subir montañas.



## Foso de absorción y trampa de grasa



Trampa simple de grasa



Foso de absorción

Volumen de aguas residuales por día	D(m)	H(m)
500	1,0	1,1
1 000	1,0	1,9
2 000	1,5	2,5
5 000	2,0	4,3

*Nota: estos son volúmenes promedios típicos; deben ser mayores para suelos drenados (por ejemplo, suelos arcillosos).*

## ¿Qué se debe hacer con las aguas residuales?

En todas las circunstancias es importante evitar la formación de agua estancada en los pozos de agua y en los alrededores de los albergues y campamentos. Las aguas residuales del lavado y cualquier derrame se deben drenar lejos de los ríos o arroyos aguas abajo de cualquier punto de captación de agua y asentamientos. Si no hay ningún río, se debe cavar una fosa de drenaje o de absorción y usar una trampa de grasa. Esta es necesaria para remover la grasa que podría obstruir y bloquear los poros del suelo.

## Si el agua potable está contaminada, ¿se debe detener el bombeo?

El bombeo no se debe detener a menos que haya una preocupación fundamentada de intoxicación aguda o cuando el bombeo continuo pone en peligro las estaciones de bombeo. De hecho, se recomienda lo contrario: se debe aumentar la presión del agua para compensar la pérdida de presión debido a rupturas y ayudar a controlar la recontaminación. Es indispensable considerar la importancia de la mayor presión de agua en edificios de varios pisos, no sólo para llegar al piso más alto sino también para evitar el contrasifonaje de agua turbia en el sistema de abastecimiento. Además, una vez que el sistema de distribución se seca, se producen fugas y las tuberías se pueden bloquear. (Véase el folleto de la OMS: Fugas y medidores).

## ¿Se debe importar equipo móvil?

Las plantas móviles de tratamiento y desinfección del agua pueden ser muy útiles y aumentar la flexibilidad del manejo de la emergencia. Si se requieren plantas móviles para las operaciones de socorro, es esencial que se les haya considerado durante la fase de preparación y que se haya adquirido el equipo específico y mantenido en buen estado, así como capacitado al personal de operación. El equipo y los suministros se pueden almacenar en un lugar o distribuir a varias regiones con la provisión adecuada para su traslado inmediato a la región afectada.

No es recomendable solicitar equipo móvil como parte de los suministros de socorro. Este equipo es muy cos-

Cuando se establecen prioridades para el suministro de agua potable, se da atención preferente a los heridos, trabajadores de socorro y a la población en general. Luego se atiende a la alimentación de los animales y finalmente a las prácticas de higiene como la limpieza y el lavado, a menos que los consejeros de la salud dispongan otras medidas.

Es mejor suministrar abundante agua protegida de la contaminación fecal directa antes que proveer poca agua pura. Al disponer de mayores cantidades de agua, las personas pueden asearse y lavar su ropa y utensilios para cocinar y comer. El efecto que se logra con estas simples medidas para prevenir las enfermedades transmitidas por el agua es sorprendente.

toso y voluminoso, ocupa demasiado espacio, requiere la presencia de un operador experimentado y probablemente no funcione en determinadas condiciones de emergencia.

## ¿Qué equipo de emergencia se debe almacenar?

No es posible hacer una lista definida de los suministros y equipos requeridos pero se presenta una lista tentativa como orientación a fin de obtener el equipo de agua y saneamiento y los suministros requeridos para satisfacer las necesidades de 10.000 personas. Cada análisis de vulnerabilidad y evaluación de las necesidades identificará problemas específicos a partir de una evaluación racional.

Es muy costoso mantener los almacenes. Por lo general, es más eficiente en función de los costos hacer acuerdos con empresas privadas para el uso de equipo apropiado en una emergencia futura. Cualquier equipo de emergencia se debe almacenar, mantener en buen estado, revisar regularmente y hacer demostraciones para que los operadores se familiaricen con estos.

## ¿Son recomendables las tabletas para purificar el agua?

Las organizaciones responsables de la distribución del agua deben usar tabletas para purificar el agua. Sin embargo, es importante destacar que la eficacia de estas depende de la composición del agua y los problemas asociados con la turbiedad. La recontaminación es un grave problema.

Es probable que las tabletas se empleen inadecuadamente y sean potencialmente peligrosas. Éstas sólo deben estar al alcance de las personas cuando sea totalmente necesario y con las instrucciones y control cuidadoso de las autoridades competentes.

## ¿Son recomendables los filtros domésticos? ¿Cuáles?

Los filtros domésticos no son recomendables. Por lo general, la filtración por sí sola es inadecuada y la posible recontaminación es siempre una amenaza. Además,



Almacén de equipo de emergencia

el uso de filtros depende de ciertos factores como costo, calidad y aceptación cultural de estos dispositivos.

El uso inadecuado de filtros y los filtros de baja calidad pueden conllevar a un falso sentido de seguridad. En términos generales, es mejor filtrar y tratar el agua antes de su distribución.

## En caso de inundación, ¿las personas pueden tomar agua del grifo?, ¿Se requieren vacunas adicionales?

Cuando no se dispone de información específica y de pruebas de análisis, se debe considerar que el agua está contaminada y necesita tratamiento. Si no se puede distribuir ninguna otra forma de agua potable, es necesario aconsejar al público que hierva el agua potable o utilice tabletas de desinfección. Después del tratamiento, el agua se debe almacenar de manera segura para evitar la recontaminación. El agua para la higiene personal no requiere hervido. No se conoce ninguna vacuna eficaz contra todas las enfermedades relacionadas con el agua potable.

## ¿Qué se debe hacer frente a la posibilidad de cadáveres en el agua después de los desastres?

Las autoridades de salud pública deben estar alertas y ser precavidas y recomendar al público que informe a

## Posible equipo de emergencia y suministros para una población de 10 000 desplazados (250 m<sup>3</sup> de agua requerida por día)

Descripción del equipo y suministros	Cantidad
Equipo portátil de pruebas de campo para pH, cloro residual (libre y combinado) y turbiedad.	
Cuando sea posible se debe agregar un equipo de laboratorio para bacterias termotolerantes.	
Para períodos largos se debe considerar incluir conductividad y temperatura.	2
Generadores portátiles de emergencia específicos para la demanda de energía eléctrica de la instalación	3
Clorador portátil en un camión o remolque con dos cilindros de cloro líquido	1
Hipoclorador instalado en un camión o remolque con tanques de solución, manguera y accesorios	3
Unidad portátil de purificación del agua con capacidad para 200-250 l/min	2
Camiones cisternas con capacidad para 83 m <sup>3</sup> (se deben considerar las condiciones del camino y establecer los puntos de recarga para los camiones cisternas)	3 viajes de ida y vuelta al día
Cámaras plegables (de 2 000 litros) para convertir camiones de plataforma en camiones de agua	
Tanques plegables de almacenamiento de 2 m <sup>3</sup> , 5 m <sup>3</sup> y 10 m <sup>3</sup>	Capacidad total 250 m <sup>3</sup>
Mosquitero fino y láminas de plástico para techos (inclinadas) para cubrir los tanques de almacenamiento	Según lo requerido
Taller móvil o unidad de reparación con herramientas de reparación y tendido de tuberías, ajustes, conexiones, herramientas de excavación, tornos, llaves de grifos para tuberías, válvulas y mangueras	
Equipo y materiales para soldar, botas, guantes de trabajo y anteojos protectores	1 juego
Herramientas de albañilería, completas	2-5 juegos
Herramientas de carpintería, completas	2-5 juegos
Equipo para taladrar pozos y puntos de captación o equipo para cavar pozos	2 juegos
Bombas manuales para el agua con capacidad para 15 a 20 l/min	100
Bombas eléctricas o a motor con capacidad para 200 a 250 l/min	4
Tuberías; el diámetro y especificaciones dependen de la disponibilidad local y del sistema, incluidas las válvulas, ajustes y tuberías de acoplamiento rápido	
<b>Sustancias químicas</b>	
Hipoclorito de calcio (60-70 %), en polvo o granulado, conservado en un lugar frío y seco y renovado cada dos años, o como parte de las reservas ampliadas de las operaciones existentes	5-10 toneladas
Tabletas de cloro	100 000 tabletas
Sulfato de aluminio u otras sustancias químicas para la coagulación (tratamiento del agua)	2-5 toneladas
Cal (para la corrección del pH)	5 toneladas
<b>Disposición de aguas residuales y excretas<sup>(7)</sup>:</b>	
Bomba móvil para lodos	5
Bombas sumergibles con diafragma que no obstruye o trituradores	5
Camiones cisternas para lodos con 7 m <sup>3</sup> de capacidad	5
Taladros (para terrenos)	5-10 juegos
Taller móvil de reparación con herramientas y equipo necesarios, máscaras, botas, guantes de trabajo, herramientas de excavación, etc.	1 unidad
Tuberías con conexiones y equipo; diámetro de 10 a 30 cm	
Moldes (de hierro o madera) para tuberías y losas de concreto	10-20 juegos
Madera, tablas, clavos, martillos, etc.	

(7) La experiencia ha demostrado que los problemas relacionados con este sector se tratan mejor con grupos separados de trabajadores para evitar posibles conflictos entre los sectores.



las autoridades si observan cadáveres de humanos o animales. Estos cuerpos se deben retirar cuidadosamente; los cadáveres se deben identificar y devolver a la familia (según la costumbre local). Los cadáveres humanos tienen un fuerte impacto y se deben considerar de alta prioridad. Se debe evitar extraer agua de áreas donde hay cadáveres. De ser necesario, el agua se debe tratar con un desinfectante para destruir los microorganismos patógenos.

### **¿Por cuánto tiempo se debe hervir el agua?**

Para hacer que el agua sea segura para beber y otros usos, debe hervir vigorosamente durante un minuto si la localidad está ubicada en el nivel del mar. Se debe dejar hervir un minuto más por cada 1.000 m de altitud. Esto hará que el agua sea segura para beber.

### **Si se necesita cavar pozos, ¿Dónde se debe hacer?**

La distancia de los pozos dependerá del tipo de suelo y roca pero deben estar ubicados lejos de las letrinas (30 m como mínimo) y cuesta arriba de las letrinas y otras fuentes de contaminación de aguas superficiales

y subterráneas. Los pozos deben estar ubicados en lugares de fácil acceso y no en áreas que los pobladores desconocen o en las que no desean ingresar. La distancia máxima de camino debe ser de 100 m o a algunos minutos de camino de la vivienda más lejana.

### **¿Qué medidas de emergencia se deben tomar para desinfectar los depósitos para agua en las viviendas (hipoclorito de calcio, yodo, etc.)?**

Sólo se debe usar hipoclorito de calcio sin olor (por lo general se usa una solución con 5% de cloro). Por razones de seguridad, se recomienda preparar primero una solución que luego se añade al agua potable para lograr una concentración de 50 ppm (o mg/l). Si después de un tiempo de contacto de 30 minutos el cloro residual libre es mayor de 0,7 ppm, se debe reducir la dosis. Esta dosis debe ser adecuada y segura para las situaciones de emergencia, a pesar de que pueda sentirse un sabor a cloro. El sabor es una medida razonable de la cantidad de cloro necesaria. Si el olor de cloro causa rechazo en las personas, se puede permitir un tiempo mayor de contacto.

# Recomendaciones



## Identifique los riesgos, prepare y prevenga

Es importante pensar y planificar antes de las posibles amenazas. ¿Cuáles son las posibles amenazas? ¿Cuáles son los posibles impactos en el sistema de suministro del agua y la población local? ¿Está la comunidad preparada para enfrentar estos impactos?

De ser posible, las instalaciones importantes deben estar lejos de las zonas peligrosas y se deben realizar análisis de vulnerabilidad en las instalaciones existentes, principalmente aquellas que han sido construidas en zonas peligrosas. Se debe mitigar cualquier debilidad evidente de la estructura, operación y organización. La mitigación antes de un desastre muchas veces resulta más económico que la reparación posterior.

Se deben aplicar conceptos de prevención en todas las actividades de la organización, incluida la operación, mantenimiento y administración. Desarrolle un plan de operación ante emergencias, capacite al personal y adquiera equipo de emergencia, suministros y repuestos. Lleve a cabo prácticas de simulación regularmente. Trabaje con otras instalaciones para integrar la planificación y operaciones de emergencia. Así mismo, motive a la comunidad para que desarrolle su propio plan de preparación para la emergencia.



## Evalúe rápidamente el daño y las necesidades

Este aspecto es determinante para conducir la operación de socorro. Use los formatos preparados previamente para describir el daño, las medidas correctivas requeridas, la capacidad disponible y los recursos humanos y materiales que se necesiten. Estas evaluaciones las deben llevar a cabo personas capacitadas en el manejo de sistemas de suministro de agua y que conocen las condiciones locales. El daño se debe describir en porcentajes o cifras exactas.



## Proporcione agua potable segura y brinde la información adecuadamente

Se debe proveer la cantidad adecuada de agua potable segura a la población afectada. La primera alternativa es el agua embotellada. Cuando no se dispone de este medio, el tratamiento de emergencia es la desinfección del agua con cloro.

Se debe informar a la población afectada si el sistema de suministro de agua está contaminado y recomendarles fuentes alternativas o métodos de desinfección.