
VI. PREPARATIVOS PARA INUNDACIONES

Este capítulo trata sobre la planificación de emergencia para entidades de agua y alcantarillado en zonas inundables. Da una idea más clara del efecto de las inundaciones en los sistemas de agua y alcantarillado; qué se puede hacer para atenuar este efecto antes que ocurra la inundación y, finalmente, qué acciones se pueden tomar durante y después de la inundación.

En los últimos años muchas partes del mundo, incluyendo la Región de las Américas, han sido afectadas por serias inundaciones. Si hay asentamientos humanos en áreas inundables, el riesgo y la magnitud del daño aumentan. El desarrollo rural y urbano aguas arriba, acompañado de la deforestación, incrementa el escurrimiento y el riesgo de las inundaciones repentinas. Las roturas en las represas son causa de inundaciones sin que haya un período de alarma. Aunque las represas se construyen para ayudar a controlar las inundaciones, estas mismas pueden ser causa de desastres.

En Centroamérica y en el Caribe, con frecuencia las lluvias torrenciales durante las tormentas tropicales o los huracanes son causa de inundaciones. Pero hay otros factores que agravan la situación. Al final de

cada año una cálida corriente marítima se forma a lo largo de las costas del Perú y el Ecuador, que causa que la temperatura del mar suba. Cuando la temperatura aumenta considerablemente sobre la normal, cambios significativos ocurren en la distribución de la presión atmosférica. Cuando el agua fría que normalmente sube de las profundidades desaparece, ocurre el fenómeno conocido como "El Niño". (Los pescadores le han dado este nombre debido a que ocurre cerca de la Navidad: la venida del Niño Jesús.) El Niño causa anomalías atmosféricas a lo largo del Océano Pacífico.

En los últimos años, casi todos los países de las Américas han sido afectados por inundaciones. Empezando a fines de diciembre de 1982 y siguiendo en enero y febrero de 1983, fuertes lluvias persistentes causaron severas inundaciones en el Ecuador al oeste de los Andes. Y en octubre de 1984, fuertes lluvias causaron las peores inundaciones que sufriera Colombia desde 1972. Más de 194 000 personas fueron afectadas y las consecuencias de las inundaciones duraron hasta 1985.

Por lo general, las inundaciones no están asociadas con un gran número de víctimas o de heridos. Un período de alerta usualmente permite que la población busque refugio. Muchas de las víctimas tienden a ser niños o ancianos. Sin embargo, debido a que las inundaciones son frecuentes, incluso las inundaciones repentinas, este tipo específico de desastre ha tenido efectos devastadores, como se aprecia en el cuadro 4.



Las lluvias torrenciales frecuentemente causan inundaciones

Aun cuando no existen dos sistemas de agua y alcantarillado idénticos, estos tienen características y componentes comunes desde el punto de vista de la preparación para casos de desastre. Todo sistema de alcantarillado cuenta con tuberías, bocas de inspección, estaciones de bombeo, una planta de tratamiento y un desagüe.

CUADRO 4. DESASTRES NATURALES.

Entre 1900 y 1976	Muertos	Damnificados
Terremotos	2 662 165	28 894 657
Erupciones volcánicas	128 058	337 931
Inundaciones	1 287 645	175 220 220
Ciclones	434 894	17 848 463
Huracanes	18 513	1 197 535
Tormentas	7 110	3 432 641

Fuente : Cruz Roja Internacional

Supongamos que un sistema de agua tiene pozos subterráneos, un arroyo o fuente de agua de superficie, líneas de transmisión, estaciones de bombeo, instalaciones de tratamiento, tanques de almacenamiento y un sistema de distribución.

¿Qué efectos pueden tener las inundaciones sobre estos componentes? El más obvio es el daño estructural tanto a las estructuras de superficie como a las que están abajo de ella. Los orígenes de estos daños pueden ser múltiples durante las inundaciones repentinas. La fuerza directa del agua puede causar erosión, lo cual afecta a las estructuras; pero también los fenómenos de efecto tardío, como el hundimiento del suelo y las diferentes presiones del agua, pueden causar daño. Las inundaciones también pueden causar deslizamientos dañinos del terreno y el equipo pesado utilizado durante las operaciones de socorro posdesastre frecuentemente causa problemas.

Las inundaciones en gran escala a menudo aumentan la contaminación. Los pozos pueden contaminarse directamente por el agua de inundación, que frecuentemente contiene agua servida proveniente del desborde de instalaciones sanitarias y del bloqueo de sistemas de alcantarillado. Cuando la presión de las tuberías cae, el agua de inundación puede ingresar al sistema de agua potable a través de los escapes.

Un efecto muy serio de las inundaciones es la interrupción parcial o total de los servicios de apoyo tales como la electricidad, el teléfono y el transporte.

Los cortes de corriente eléctrica afectan las operaciones de tratamiento y de bombeo, la interrupción del teléfono dificulta las comunicaciones, y los caminos inundados impiden el transporte de recursos a las áreas donde se necesitan.

Las inundaciones pueden aumentar el arrastre de sedimento de las aguas de superficie. Esto puede sobrecargar las unidades de tratamiento, aumentando la necesidad de productos químicos, reduciendo la capacidad de los filtros, el mal funcionamiento de las bombas y contribuyendo al deterioro de la calidad del agua tratada.

Los componentes de un sistema de agua también pueden dañarse durante las operaciones posdesastre. Por ejemplo, el equipo pesado puede dañar las partes del sistema de distribución tales como las bocas de incendio, las válvulas y las conexiones domiciliarias.

Cuando se inundan grandes áreas, numerosa población debe ser evacuada algunas veces a asentamientos temporales. Estos movimientos poblacionales pueden causar sobrecargas en los sistemas de abastecimiento de agua a nivel local.

Todos los efectos mencionados limitan la disponibilidad de agua potable, probablemente el elemento más importante después de un desastre. ¿Qué puede hacerse para combatir estos efectos? Primero, estar preparado ante la posibilidad de una inundación. La preparación significa tener un plan para emergencias. Segundo, aunque las inundaciones no pueden impedirse, sus efectos pueden ser atenuados con medidas de precaución.

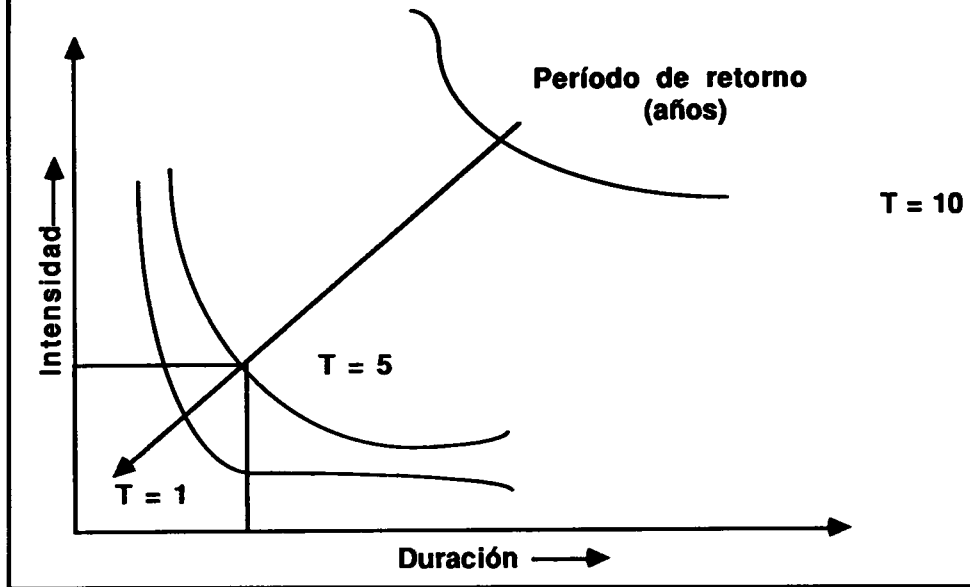
Debe formarse un Comité de Emergencia dentro de las entidades de agua y alcantarillado para tomar medidas en este respecto. Este Comité debe tener una asignación formal para trazar medidas preventivas y de preparación y tener la autoridad para llevarlas a cabo.

Una de las primeras medidas del Comité es la evaluación de la vulnerabilidad del sistema. El análisis de los componentes organizacionales y de apoyo es el mismo para todos los tipos de desastre. El análisis de vulnerabilidad de los componentes físicos, sin embargo, requiere un enfoque especial para las áreas inundables. ¿Qué componentes pueden sufrir como consecuencia de las inundaciones y cuán a menudo? Un enfoque teórico comúnmente utilizado se describe brevemente en la figura 5.

Las curvas indican la relación entre la intensidad de la precipitación fluvial, su duración y su frecuencia.

Estas curvas pueden derivarse de la información sobre precipitación pluvial disponible en la zona. De este

FIGURA 5. ENFOQUE TEORICO DEL ANALISIS DE VULNERABILIDAD.



inundación de los diferentes componentes. En la figura 6 se muestra un corte transversal de un valle con una planta de tratamiento; los niveles probables de inundación se marcan para diferentes períodos de retorno.

Mediante la aplicación de estos conocimientos se determinará cuales componentes del sistema son vulnerables a la inundación. Después, se debe determinar que puede hacerse en esta situación. Posiblemente los componentes no debieran haber sido puestos allí en primer lugar. El mapa de riesgo pasa a ser un mapa

gráfico uno puede seleccionar una curva de período de retorno (T) que es el reverso de la frecuencia a ser usada en un trazado. Esta curva es uno de los instrumentos utilizados por los hidrólogos para predecir niveles de inundación para las diferentes intensidades de tormenta. Estas distintas intensidades y duraciones de tormentas se utilizan para obtener un hidrógrafo, el cual indica la relación tiempo/escorrentía para una tormenta dada.

Para cambiar un hidrógrafo a niveles reales de inundación hace falta un gráfico que indique la relación entre el escurrimiento y el nivel esperado de agua. Cuando no hay información sobre escurrimiento o precipitación disponible, como es el caso frecuente en los países en desarrollo, se puede obtener una idea de los niveles potenciales de inundación si se utilizan marcas permanentes: láminas blancas colocadas en los cursos de agua, con marcas que indiquen los niveles máximos de agua y las fechas.

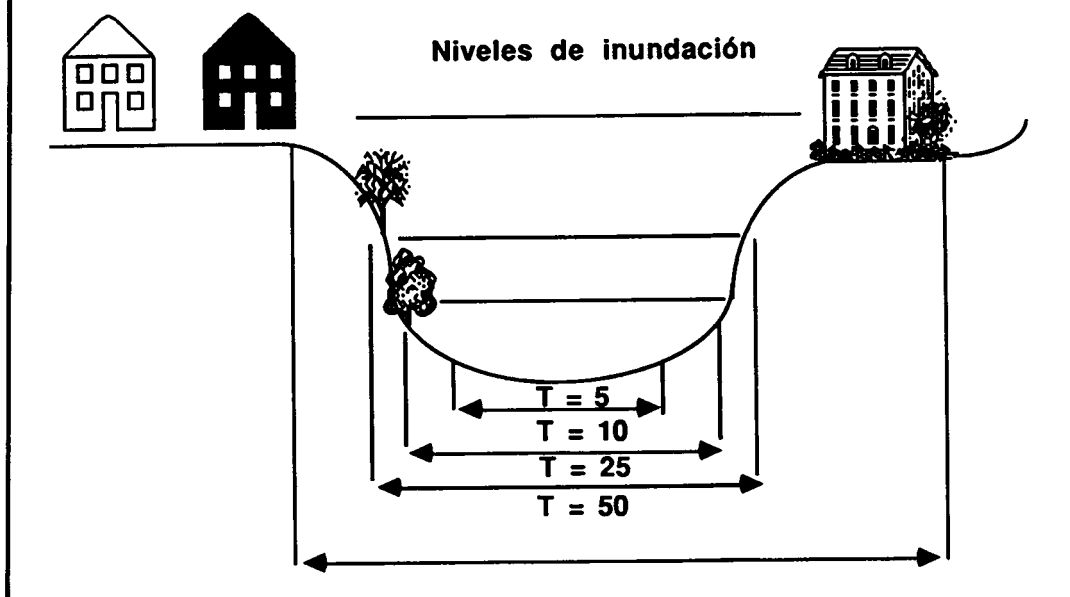
Los niveles de agua para los diferentes períodos de retorno pueden indicarse en un mapa topográfico para crear un mapa de riesgo. La información disponible sobre precipitaciones normalmente cubre períodos más prolongados que los registros de nivel, pero si los niveles de agua han sido registrados por mucho tiempo, esta información puede ser trasladada directamente a un mapa de riesgo. La fase final del análisis de vulnerabilidad es superponer el esquema del sistema de alcantarillado, o el de agua, sobre el mapa de riesgo para hallar la frecuencia esperada de

de zonificación. Por ende, la medida preventiva inicial es diseñar y ubicar instalaciones por sobre los niveles de inundación esperados que ocurran durante la vida útil de la instalación. También, debe considerarse la zonificación para regular dónde deben construirse las instalaciones vitales.

Otros esfuerzos preventivos pueden atenuar el impacto de la inundación. Una es la descentralización. Cuando los componentes claves, como la fuente, tratamiento y almacenamiento se centralizan, a menudo se crean problemas después de una inundación. Sin embargo, si hay más de una fuente de agua, múltiples instalaciones de almacenamiento y existencias descentralizadas de repuestos y suministros, el sistema en conjunto tendrá la capacidad de proveer al menos parte de los servicios incrementando de esta manera su confiabilidad. Las medidas de descentralización pueden ser llevadas a cabo como parte de una nueva expansión o proyectos de desarrollo, de acuerdo con la capacidad financiera.

Además de las medidas de zonificación y de descentralización, las características de diseño especial también pueden disminuir la vulnerabilidad de los componentes. Por ejemplo, si hay suficientes válvulas de paso bien mantenidas y bien registradas, las áreas pueden ser aisladas de tal forma que el servicio pueda ser continuado o interrumpido según la situación lo imponga. El uso de zanjas de desviación puede impedir que las aguas de inundación circulen junto a las tuberías y las dañen. Otra medida preventiva

**FIGURA 6 . CORTE TRANSVERSAL DE UN VALLE
CON UNA PLANTA DE TRATAMIENTO.**



consiste en enterrar las tuberías a la mayor profundidad posible.

Los cortes de corriente eléctrica a menudo son consecuencia de las inundaciones. Este problema puede ser superado mediante la instalación de generadores de emergencia. Todos los sistemas automáticos deben contar con controles manuales alternos. La planta también debe estar equipada con una desviación que llegue hasta un punto en donde el agua cruda pueda ser clorada.

Cuando no se pueden ubicar las instalaciones fuera de las zonas inundables, se les debe proteger de la inundación, la contaminación y la destrucción. Los controles de la electricidad y del equipo deben instalarse sobre el nivel más alto al que se espera que lleguen las aguas. Las instalaciones pueden elevarse sobre pilotes o pedestales y pueden construirse paredes periféricas para inundación/retención del suelo, así como diques circundantes.

Los edificios deben ser a prueba de agua, y si se esperan pérdidas debe contarse con bombas de desagüe para eliminar el agua del edificio. Otra estrategia para prevenir inundaciones es promover proyectos para múltiples propósitos de recursos de agua, que incluyen alteración de canales, mejoramiento de puentes y alcantarillados, construcción de represas y reforestación.

Un sistema de mantenimiento bien organizado es importante no solo en circunstancias normales, sino también durante y después de los desastres. Esto conlleva la adopción de procedimientos estandarizados, debiendo el personal estar bien entrenado y motivado. Se beneficiará, especialmente, de las demostraciones sobre el terreno y de los ejercicios prácticos como parte de su entrenamiento. La preparación para casos de desastre se basa en el mantenimiento de un sistema de registro eficiente y actualizado. Toda información pertinente debe estar disponible en forma inmediata. En áreas inundables, es útil contar con mapas que indiquen la ubicación de componentes importantes (como las válvulas), relacionados con dos o tres puntos de referencia que deben permanecer siempre por sobre el nivel máximo de las aguas.

La preparación para casos de desastre también requiere la formación paulatina y el mantenimiento de una reserva de equipos de emergencia y de suministros. Estos deben estar rápidamente disponibles donde se necesiten. En las áreas inundables, el equipo de emergencia útil comprende: generadores de emergencia, equipos de cloración, bombas portátiles, camiones cisterna de distribución para emergencias y tanques plegadizos.

Cualquier área inundable debe preparar un plan de operaciones de emergencia que describa quién hace

qué y cuándo. Al final del capítulo se darán algunas recomendaciones específicas para medidas de respuesta en inundaciones, que pueden ser utilizadas en el trazado de planes.

Si hay un período de alerta antes de la inundación, hay algún tiempo para tomar medidas con el objeto de limitar las pérdidas. Hay que bloquear todas las entradas de agua posibles. Si la planta de tratamiento puede aún funcionar, debe aumentarse la cloración y lavar los filtros cuidadosamente. Es necesario llevar bombas portátiles y provisiones extra de químicos a la planta y llenar los tanques de almacenamiento lo más rápidamente posible. En forma simultánea, debe aconsejarse a la población que almacene agua, que proteja su calidad y que la use con discreción. Si la inundación es inevitable, se debe cerrar la planta o la estación de bombeo, esto es, avisar a la compañía de electricidad que desconecte la corriente eléctrica. También es importante trasladar todo el equipo desmontable o suelto y las provisiones, incluyendo el petróleo y la gasolina, a sitios ubicados por sobre el nivel de las aguas.

Cuando la situación se haya transformado en un desastre, la distribución de emergencia del agua puede ser necesaria. Esto quizá implique derivar el agua de la planta de tratamiento hasta un punto donde el agua sin tratar pueda ser clorada. Habría que perforar nuevas fuentes. Fuentes privadas, no contaminadas, identificadas durante el proceso de planificación, pueden posiblemente ser conectadas al sistema. Cuando haya que perforar nuevas fuentes, el agua subterránea debe tener preferencia sobre el agua de superficie, porque normalmente requiere menos tratamiento.

Un motivo de preocupación durante las inundaciones es la calidad del agua distribuida. Se puede intentar mantener niveles de cloración apropiados en el sistema, aumentando tanto la cloración como la presión en las líneas. Sin embargo, a menos que las pruebas demuestren lo contrario, no se debe confiar en la calidad del agua en el sistema de tuberías. Mientras esta agua pueda ser utilizada para el lavado y la higiene, puede considerarse un sistema de

distribución de agua potable por camión. Por supuesto, la calidad del agua distribuida de esta forma debe ser estrechamente vigilada y deben estar disponibles equipos de prueba en el terreno para este fin.

Para el agua clorada, un residuo libre de cloro (determinado con un simple equipo de prueba de comparación de 0.2 mg/l o mayor) en el sistema de distribución es necesario para asegurar un nivel razonable de seguridad. Esta prueba tiene máxima prioridad. El sistema también puede ser sometido a pruebas microbiológicas, prestando atención especial a las fuentes sospechosas de estar contaminadas, al sistema de distribución por camión y a las áreas prioritarias de servicio o instituciones. El método de filtros de membrana puede dar resultados razonablemente rápidos para las pruebas, por ejemplo, utilizando equipos de prueba en el terreno.

Todas estas actividades requieren la cooperación del público. Por lo tanto, debe proporcionársele información adecuada en asuntos relativos al agua: dónde y cuándo pueden recogerla, si la deben desinfectar y cómo, dónde deben almacenarla, etc. Un funcionario de relaciones públicas debe ser designado para estas actividades.

Cuando las aguas descienden, el sistema debe volver a ser puesto en operación. *Pero primero el sistema íntegro debe limpiarse y desinfectarse*, incluyendo las plantas de tratamiento, las estaciones de bombeo y el sistema de distribución. Las tuberías deben ser enjuagadas y desinfectadas, descargando el agua de la limpieza por los terminales o por las bombas de incendio. Se debe aconsejar al público que deje correr el agua diez minutos antes de utilizarla para beber.

En los últimos años las inundaciones han crecido en número y en impacto. Se ha ya señalado cómo las inundaciones pueden afectar los sistemas de agua y alcantarillado, qué puede hacerse para atenuar estos efectos, cómo prepararse y qué medidas se pueden adoptar cuando las inundaciones ocurren. Esta información debe ser adaptada a cada situación específica.