
VII. PREPARATIVOS PARA TERREMOTOS

El tema siguiente, que está dirigido a las autoridades de agua y alcantarillado, describe medidas preventivas, de preparación y de respuesta que pueden tomarse en caso de terremoto.

Se considera a los terremotos como uno de los desastres naturales más devastadores; su impacto es repentino, sus movimientos son violentos y destructivos, y el ruido que los acompaña intensifica su imagen aterradora. ¿Qué es un terremoto? Es un movimiento violento de la tierra, causado por un súbito desprendimiento de energía proveniente de las tensiones que se han formado debajo de la corteza terrestre durante mucho tiempo.

Los terremotos acontecen con más frecuencia y con la mayor severidad en las llamadas "zonas sísmicas". En las Américas ocurren en los países de la Costa del Océano Pacífico y en el Caribe. Aunque se están realizando investigaciones, aún no es posible alertar sobre la proximidad de un terremoto y consecuentemente el impacto es súbito e inesperado. Por lo tanto, un plan de operaciones de emergencia debe estar listo.



Aún no es posible alertar sobre la proximidad de un terremoto

Los efectos de un terremoto pueden ser directos e indirectos. Los movimientos terrestres son directos: el suelo puede moverse horizontalmente, como ocurre a lo largo de las fallas; pueden ocurrir fisuras en el subsuelo; también tienen lugar movimientos verticales tales como levantamientos y hundimientos del suelo. Los efectos indirectos incluyen deslizamientos del terreno y avalanchas. Los terremotos marítimos pueden causar "tsunami" (oleaje de gran violencia que suele inundar la costa).

El material suelto puede asentarse considerablemente debido a las vibraciones sísmicas.

En suelos arenosos y de grano fino, saturados con agua, la licuefacción puede reducir la capacidad de soporte del terreno; grandes zonas de tierra entonces fluyen como si fuera agua.

¿Cómo afectan estos fenómenos a los componentes de un sistema de agua o alcantarillado? El efecto más evidente de los terremotos es el daño estructural que causan. Las instalaciones situadas sobre la superficie, como plantas de tratamiento, reservorios y otras estructuras grandes, pueden dañarse o destruirse con

los movimientos del suelo, deslizamiento del terreno, asentamiento del suelo o licuefacción, causando a veces un colapso de las estructuras adyacentes.

Debajo de la superficie las tuberías se dañarán, especialmente donde pasan de materiales blandos o sueltos a suelo firme. Otro peligro son las áreas de relleno debilmente compactadas. Los pozos pueden dañarse debido a las variaciones en la presión o a tuberías dañadas. En el campo de la sanidad, las cloacas, los tanques sépticos y las letrinas pueden verse afectadas.

Aunque es de inmediato el más visible, el daño estructural no es el único efecto que un terremoto

puede tener en un sistema de agua. Los niveles de agua subterránea pueden cambiar dramáticamente durante los terremotos debido a cambios en el subsuelo. Las fisuras subterráneas y los cambios en la permeabilidad del suelo pueden alterar los niveles de agua subterránea haciendo que los pozos se sequen. El bloqueo o la desviación de corrientes de agua de superficie pueden también reducir la capacidad de producción de agua.

Los terremotos también interrumpen servicios de apoyo tales como la electricidad, el teléfono y los caminos. Además de problemas con la electricidad, comunicaciones y transporte, puede producirse escasez de personal, suministros y equipo.

Los terremotos incrementan el riesgo de incendios. Una interrupción o limitación seria en el abastecimiento de agua puede obstaculizar los esfuerzos por combatir los incendios.

La filtración de aguas servidas proveniente de cloacas y tanques sépticos dañados puede contaminar los sistemas de agua. El agua subterránea puede contaminarse si el agua de superficie contaminada se filtra a través de fisuras recientemente producidas.

Finalmente, los terremotos pueden afectar el sistema de agua y alcantarillado al producir un aumento de la demanda y la consiguiente sobrecarga de los sistemas locales. Un gran número de casas a menudo son destruidas y tienen que establecerse algunas veces campamentos para los damnificados. La capacidad del sistema en el sitio elegido con ese fin, o en la comunidad receptora, normalmente no está diseñada para servir a la cantidad de personas que deben alojarse durante la emergencia.

Por una multitud de razones, los terremotos pueden dañar seriamente, contaminar o aun interrumpir completamente el abastecimiento de agua. Dado que este puede ser el elemento mas importante de un terremoto catastrófico, deben adoptarse medidas para aliviar el problema.

El primer paso es formar un Comité de Emergencia dentro de la entidad de agua y alcantarillado, que tenga la responsabilidad de trazar y llevar a cabo medidas preventivas y un plan de operaciones de emergencia. Todos los departamentos claves deben estar representados en el Comité.

Una de las prioridades máximas de este Comité es iniciar un análisis de vulnerabilidad exhaustivo del sistema. Los componentes débiles de un sistema pueden ser identificados utilizando información de desastres pasados, análisis estructural y juicio de

ingeniería. Un enfoque gradual para hacer un análisis de vulnerabilidad ha sido delineado anteriormente.

Un mapa de zonificación sísmica es una herramienta importante para este análisis de vulnerabilidad. Este tipo de mapa incluye detalles de intensidades sísmicas en grandes áreas, basado en experiencias pasadas de fuertes terremotos e investigación sísmica. Para investigaciones más detalladas es esencial contar con mapas de microzonas. Estos mapas tienen en cuenta la geología, la estructura del suelo y los patrones de agua subterránea, y presentan conclusiones acerca de la posibilidad de riesgos.

El análisis de vulnerabilidad debe proporcionar un concepto claro de lo que podría pasarle a un sistema dado en el caso de un desastre. El próximo paso sería tratar de reducir los riesgos o eliminar la vulnerabilidad de los componentes llevando a cabo medidas preventivas que pueden incrementar la confiabilidad del servicio durante y después de un terremoto.

La primera medida se basa en la planificación física, es decir, localizar las instalaciones debidamente. Los componentes claves de un sistema no deben estar ubicados cerca de las fallas, en terreno rellenado o en arena saturada con agua, en vista del riesgo de licuefacción. Los lugares cercanos a los edificios que pueden derrumbarse también deben ser evitados. Las cloacas deben ubicarse en el lado opuesto de la calle con relación a las tuberías de agua y, de preferencia, a una profundidad mayor. Las instalaciones de tratamiento de aguas servidas y sus salidas deben estar ubicadas pendiente abajo de los asentamientos poblacionales.

La segunda medida es la descentralización. Aunque los sistemas de agua en gran escala se prefieren a menudo por razones de economía, la propensión del área a los desastres debe ser tenida en cuenta durante el diseño de cualquier instalación. Si se trazan o preservan sistemas locales más pequeños se incrementará la confiabilidad del sistema; si solo uno de los pequeños sistemas sobrevive al terremoto, por lo menos puede proveerse servicio parcial. Es más, los sistemas de red con circuitos cerrados son mejores que los sistemas lineales porque permiten que se formen cursos alternos para que pase el agua si es que el sistema se daña. Varias fuentes pequeñas son preferibles a una sola grande, porque hay menos probabilidades de que todas vayan a fallar al mismo tiempo. De la misma manera, tanques y líneas de abastecimiento múltiples son preferibles. Las existencias deben estar descentralizadas y los suministros y equipo deben estar almacenados donde se necesiten. Esta clase de

medidas deben ser puestas en práctica como parte de proyectos nuevos de expansión o desarrollo de acuerdo con la capacidad financiera.

El método más obvio de incrementar la resistencia de los componentes es el de mejorar su diseño estructural. No es necesario entrar en todos los detalles de las técnicas de construcción antisísmica, pero obviamente la aplicación de estas técnicas a los edificios, cimientos, tanques de almacenamiento y represas redundará en un beneficio enorme para el sistema. Además, las bombas, los generadores y los equipos de cloración y otros deben estar sujetos apropiadamente a fin de evitar que se caigan los cilindros y causen roturas y escapes de sustancias que puedan causar riesgos. Muchas roturas en las tuberías pueden prevenirse aplicando ciertas características de diseño.

En lugares donde las tuberías cruzan las fallas, o pasan por áreas inestables o de un suelo sólido a uno suelto, deben utilizarse conexiones flexibles. En las áreas extremadamente propensas a los desastres se deben usar materiales para tuberías de un material fuerte y dúctil juntas que pueden aguantar el movimiento, y tuberías de larga extensión para reducir el número de conexiones vulnerables.

Los materiales resistentes a los impactos, como hierro maleable, acero y tuberías de polietileno, son especialmente adecuadas. Debe evitarse el uso de asbesto, cemento, concreto reforzado y plástico de impacto reducido. El sistema de distribución debe proveer un gran número de válvulas de manera que las áreas mas dañadas puedan ser fácilmente aisladas.

El comportamiento de una estructura o de una pieza del equipo en un terremoto se determina no solamente por la fortaleza de su diseño sino también por su mantenimiento. El equipo debe recibir mantenimiento preventivo, y se debe disponer de herramientas y repuestos. Un sistema está mejor preparado para hacer frente a un desastre cuando se siguen procedimientos operativos estandarizados y el personal ha recibido entrenamiento y motivación continuos. Cuanto más equipo esté en condiciones de funcionar antes del desastre, menor será la probabilidad de que estos servicios sean interrumpidos.

Las herramientas, repuestos y otros suministros son esenciales para las operaciones normales y por lo tanto deben estar disponibles durante las emergencias. Las existencias de equipos de emergencia pueden ir formándose gradualmente, para incluir generadores de emergencia, cloradores y existencias de emergencia de

productos químicos. Se necesitan camiones cisternas para la distribución de emergencia de agua y posiblemente tanques de almacenamiento plegadizos para los lugares de distribución. Si no es económicamente factible el comprarlos y almacenarlos, se deben hacer arreglos para obtenerlos con un mínimo de aviso.

Para que las operaciones de respuesta sean eficientes y rápidas, se debe mantener registros actualizados, incluyendo datos operativos y planos técnicos. Además de un mapa en gran escala del trazado básico del sistema, mapas detallados (en escala 1 a 1000 ó 1 a 2000) deben estar disponibles inmediatamente con información completa sobre tuberías, válvulas, bombas de agua, pozos de inspección y similares. El sistema de archivo debe también incluir planos de construcción de las instalaciones y manuales para todo el equipo.

El Comité de Emergencia antes mencionado dependerá en gran medida de su plan de emergencia, el documento básico que especifique quién hará qué, cuándo y con qué recursos. Este plan es dinámico: se pone a prueba, se evalúa, y se actualiza regularmente. Dentro del marco limitado de estas exposiciones es imposible subrayar todas las actividades para hacer frente a desastres como un terremoto, pero se revisarán brevemente las áreas principales de acción.

El interés primordial después de un terremoto es proveer a la población con un suministro adecuado de agua potable para propósitos vitales. El daño extensivo al sistema requerirá la distribución del agua por medio de camiones en forma total o parcial, comenzando con las áreas prioritarias, que son las zonas más densamente pobladas y los centros de socorro. La distribución por camiones cisterna impone un esfuerzo estrictamente coordinado que incluya un sistema de monitoreo de buena calidad y apoyo logístico. Si se establecen más de un punto para la carga y lugares estratégicos para la descarga rápida de tanques, los viajes se acortarán y la eficiencia aumentará.

Si las fuentes usuales no pueden usarse, se pueden considerar como alternativas fuentes privadas identificadas previamente durante el proceso de planificación.

Si se deben proveer nuevos servicios, el agua subterránea es siempre preferible a la de superficie, que requiere tratamiento excesivo. Se recomiendan solo las unidades de tratamiento móviles cuando se deba recurrir a nuevas fuentes de agua de superficie.

En segundo lugar, el daño debe ser investigado íntegramente, que por lo común es la responsabilidad

del departamento de ingeniería. Los hallazgos deben ser registrados en formularios preparados de antemano, que permitan una descripción fácil y uniforme. La evaluación no incluye solamente las descripciones de los daños, sino también las medidas tomadas, la capacidad restante, con listado de los recursos humanos y materiales necesarios, y el tiempo estimado para la reparación. Aunque el equipo de investigación pueda adoptar algunas medidas correctivas rápidas, su tarea principal es la de evaluar el daño. Al completar esta tarea para todo el sistema, la administración puede tomar decisiones y asignar los recursos limitados a las áreas prioritarias. Las reparaciones de emergencia pueden hacerse en cualquier momento, inclusive de noche. Según sea la extensión del daño y los recursos disponibles, puede ser necesaria asistencia adicional. Puede reclutarse personal auxiliar y contratistas privados.

El objetivo de todas las reparaciones debiera ser el de restaurar los componentes dañados por lo menos a la condición existente antes del desastre. No se debe hacer reparaciones temporales o provisionales porque es probable que se conviertan en malas reparaciones definitivas. Es mejor invertir algún tiempo y dinero extra para realizar reparaciones definitivas.

Generalmente, la misma línea de acción para el departamento de agua es aplicable para el de alcantarillado. Después de una investigación completa del daño, deben sentarse las prioridades e iniciarse las reparaciones. Inmediatamente después del desastre, deben tomarse medidas para contener escapes desviando los desechos por zanjas de desagüe u otras soluciones temporales. También pueden necesitarse desagües temporales durante la reparación de plantas de tratamiento.

La calidad del agua debe ser continuamente vigilada durante el período de socorro de emergencia. Una presunción segura es considerar que toda el agua está

contaminada hasta que se demuestre lo contrario. Debe montarse una campaña de información pública para asesorar a la población acerca de las precauciones que deben adoptarse. La máxima prioridad es controlar la contaminación bacteriana, principalmente a través de la desinfección (en la práctica, generalmente cloración).

Cuando se usa la cloración, la prueba de residuos clorados es económica y suficiente. Para el agua limpia se recomienda un residuo de cloro de al menos 0.2 mg/l en el sistema de distribución. Cuando no se dispone de cloración, serán necesarias otras medidas. Las pruebas microbiológicas son útiles para determinar estas medidas alternas. Se recomiendan las pruebas microbiológicas solo cuando no se utiliza el cloro, cuando un programa de vigilancia puede ser sostenido por entidades locales, o para identificar fuentes de brotes de enfermedad.

La ayuda externa normalmente llega demasiado tarde para aliviar las necesidades posdesastre. Por lo tanto, la acción de respuesta inicial tendrá que ser la responsabilidad exclusiva de las organizaciones locales. La asistencia externa es extremadamente útil, sin embargo, durante la fase de rehabilitación, los pedidos deben estar bien detallados y ser exactos, indicando número, tipo, precio, capacidad del equipo y espacio, información sobre el receptor, instrucciones para el empaque y rotulado, e indicaciones acerca del uso.

Cuando se ha restaurado el servicio de agua, aún es necesario asegurarse que si algo salió mal, no vuelva a suceder. Hay que evaluar cuidadosamente las operaciones y mejorar el plan de emergencia, aprovechando la experiencia de emergencias reales y de ejercicios como una herramienta importante para reforzar la preparación del servicio.

Los terremotos no pueden impedirse, pero es posible atenuar sus efectos.