

Serie Mitigación de Desastres

Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario

Guías para el análisis de vulnerabilidad



**Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud**

Washington, D.C., 1998

Publicado en inglés con el título:
*Natural Disaster Mitigation in Drinking Water and Sewerage Systems:
Guidelines for Vulnerability Analysis*

Foto de la cubierta: OPS/OMS

ISBN 92 75 32250 3

Catalogación por la Biblioteca de la OPS:

Organización Panamericana de la Salud
Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y
alcantarillado. Washington, D.C.; OPS, c1998. 110 p. -- (Serie
Mitigación de Desastres).

ISBN 92 75 32250 3

I. Título. II. (series)

1. MITIGACIÓN PREVIA AL DESASTRE. 2. DESASTRES NATU-
RALES. 3. ANALISIS DE VULNERABILIDAD. 4. ABASTECIMIENTO
DE AGUA — normas. 5. EMERGENCIAS EN DESASTRES.

LC HV553

© **Organización Panamericana de la Salud, 1998**

Una publicación del Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre, OPS/OMS.

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la OPS/OMS ni de sus estados miembros.

La Organización Panamericana de la Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación. Las solicitudes deberán dirigirse al Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre, Organización Panamericana de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA; fax: (202) 775-4578; correo electrónico: disaster@paho.org.

La realización de esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero del Ministerio de Relaciones Exteriores de la República Federal de Alemania, Grupo de Trabajo Ayuda Humanitaria, la División de Ayuda Humanitaria Internacional de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (IHA/CIDA) y la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA/AID).

Contenido

Prefacio y Agradecimientos	vii
Introducción	1
Capítulo 1	
Planificación para la atención de emergencias y desastres	5
Introducción	5
Programa de Atención de Emergencias y Desastres	5
Institucionalización y organización del programa	6
Aspectos legales	7
Organización institucional	7
Coordinación interinstitucional	9
Análisis de vulnerabilidad	9
Plan de mitigación	9
Plan de emergencia	10
Capítulo 2	
Fundamentos para el análisis	13
Introducción	13
Concepto de vulnerabilidad	14
Naturaleza del problema	15
Comportamiento esperado de los componentes físicos de los sistemas de saneamiento	15
Cuantificación de la vulnerabilidad	15
Cuándo debe hacerse un análisis de vulnerabilidad	16
Cálculo de la vulnerabilidad física	16
Esquema general	16
Matrices de probabilidad de daños y/o falla	17
Vulnerabilidad de los sistemas	18
Matrices 1A y 1B: Aspectos operativos	19
Matriz 2: Aspectos administrativos	19
Matriz 3: Aspectos físicos	20
Matriz 4A y 4B: Medidas de mitigación y emergencia	21
Capítulo 3	
Descripción de las amenazas naturales y de sus efectos en los sistemas de agua potable y alcantarillado	23
Introducción	23
Características de las amenazas y principales efectos	24
Terremotos	24

Intensidad de Mercalli	27
Cálculo de la vulnerabilidad física del sistema	27
Efectos generales de los terremotos	29
Daños producidos por terremotos	29
Huracanes	38
Cálculo de la vulnerabilidad y tipificación de los componentes	40
Cálculo de la vulnerabilidad física del sistema	40
Efectos generales de los huracanes	41
Daños producidos por huracanes	41
Inundaciones	42
Generalidades	42
Factores que afectan la escorrentía en una cuenca	42
Variación y patrones de precipitación	43
Evaluación de la amenaza y mapas de riesgos	43
Efectos generales de las inundaciones	43
Contaminación del agua potable por inundaciones	44
Daños por inundaciones	44
Deslizamientos	45
Antecedentes históricos	46
Geología de la región	46
Topografía y estabilidad	47
Pluviosidad	47
Erosión	47
Licuefacción debido a sismos	47
Tipos más importantes de deslizamientos	48
Efectos generales de los deslizamientos	49
Daños producidos por los deslizamientos	50
Erupciones volcánicas	52
Áreas de impacto	52
Evaluación de la amenaza	52
Recurrencia	53
Efectos generales de erupciones volcánicas	53
Daños producidos por erupciones volcánicas	53
Sequías	54
Efectos generales de las sequías	54
Daños producidos por las sequías	54

Capítulo 4

Análisis de vulnerabilidad	57
Introducción	57
Identificación de la organización y la legislación vigentes	57
Descripción de la zona, del sistema y su funcionamiento	58
Metodología	58
Matriz 1A - Aspectos operativos (sistemas de agua potable)	58
Matriz 1B - Aspectos operativos (alcantarillado sanitario)	61
Matriz 2 - Aspectos administrativos y capacidad de respuesta	61

Organización institucional	61
Operación y mantenimiento	63
Apoyo administrativo	63
Matriz 3 - Aspectos físicos e impacto en el sistema	63
Componentes expuestos	65
Estado del componente	65
Daños estimados	65
Tiempo de rehabilitación (TR)	66
Capacidad remanente	68
Impacto al servicio	68
Matriz 4A - Medidas de mitigación y de emergencia (aspectos administrativos y operativos)	68
Matriz 4B - Medidas de mitigación y de emergencia (aspectos físicos)	70
Anexos	
Anexo 1: Ejemplos de efectos de sismos en sistemas de tuberías	73
Anexo 2: Ejemplo de aplicación en la ciudad de Limón, Costa Rica	81
Introducción	81
El estudio de caso, ciudad de Limón, Costa Rica	81
Amenaza sísmica en la ciudad de Limón	83
Matriz 1A - Aspectos operativos	84
Matriz 1B - Aspectos operativos	85
Matriz 2 - Vulnerabilidad administrativa de la empresa y capacidad de respuesta	86
Matriz 3 - Aspectos físicos y de impacto en el servicio	88
Matriz 4A - Medidas de mitigación y emergencia (Aspectos administrativos y operativos)	90
Matriz 4B - Medidas de mitigación y emergencia (Aspectos físicos)	93
Anexo 3: Método aproximado para la estimación de daños en tuberías como consecuencia de sismos intensos	95
Introducción	95
Evaluación de la amenaza sísmica	95
Estimación de la vulnerabilidad	96
Cálculo del número esperado de fallas por kilómetro	97
Definiciones	99
Bibliografía	101

Prefacio y Agradecimientos

Desde hace varios años la Organización Panamericana de la Salud ha venido prestando apoyo técnico para que las empresas administradoras de los sistemas de agua potable y alcantarillado en América Latina y el Caribe mejoren su preparación y planificación frente a los desastres y las emergencias. En 1993 se publicó el cuaderno técnico "Planificación para atender situaciones de emergencia en sistemas de agua potable y alcantarillado", una guía de gran utilidad para organizar y planificar la respuesta a las emergencias que se pudiesen presentar.

Conscientes de que para asegurar la continuidad y calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado durante situaciones de emergencias y desastres, además de contar con los planes de atención de emergencia, era necesario identificar e implementar las medidas de prevención y mitigación frente a desastres en los distintos componentes de estos sistemas, damos ahora un paso adelante con esta nueva publicación sobre aspectos de mitigación de desastres.

El libro es una caja de herramientas básicas que las empresas prestadoras de estos servicios pueden utilizar para estudiar e identificar las vulnerabilidades existentes en sus sistemas frente a las más importantes amenazas naturales que les pueden afectar (terremotos, huracanes, inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas y sequías), y una vez identificadas, puedan planificar y ejecutar las necesarias medidas de mitigación.

La obra es el final de un largo proceso. Ha sido elaborado partiendo de las "Guías para la elaboración del análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario", preparadas por Herber Farrer para el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS) en 1996, y con la aportación de cuatro estudios de casos realizados con el apoyo financiero del Ministerio de Relaciones Exteriores de la República Federal de Alemania, Grupo de Trabajo Ayuda Humanitaria. El propósito de estos cuatro estudios fue validar la metodología planteada en el libro que presentamos. Fueron los siguientes: uno frente a terremotos hecho en Costa Rica por Saúl Trejos, otro frente a deslizamientos elaborado por José Grases en Venezuela, un tercero sobre inundaciones realizado en Brasil por Ysnard Machado, y el cuarto ejecutado en Barbados por David Lashley sobre huracanes y erupciones volcánicas. Gracias a la importante contribución técnica de todos ellos ha sido posible esta nueva publicación.

Hay que agradecer también a Vanessa Rosales de Costa Rica sus importantes comentarios y sugerencias para la versión final de este texto.