

EMISIONES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS CAUSADAS POR EVENTOS DE PELIGROS Y DESASTRES NATURALES

INFORMACIÓN PARA
LAS AUTORIDADES
DE SALUD PÚBLICA



Organización
Mundial de la Salud

**EMISIONES DE
SUSTANCIAS QUÍMICAS
CAUSADAS POR PELIGROS
Y DESASTRES NATURALES**

INFORMACIÓN PARA LAS
AUTORIDADES DE SALUD
PÚBLICA



**Organización
Mundial de la Salud**

Emisiones de sustancias químicas causadas por eventos de peligros y desastres naturales [Chemical releases caused by natural hazard events and disasters – information for public health authorities]

ISBN 978-92-4-351339-3

© Organización Mundial de la Salud 2019

Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible en virtud de la licencia 3.0 OIG Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual de Creative Commons (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Con arreglo a las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la OMS refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la OMS. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse la siguiente nota de descargo junto con la forma de cita propuesta: «La presente traducción no es obra de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto auténtico y vinculante».

Toda mediación relativa a las controversias que se deriven con respecto a la licencia se llevará a cabo de conformidad con las Reglas de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Forma de cita propuesta. Emisiones de sustancias químicas causadas por eventos de peligros y desastres naturales [Chemical releases caused by natural hazard events and disasters – information for public health authorities]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2019. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Catalogación (CIP): Puede consultarse en <http://apps.who.int/iris>.

Ventas, derechos y licencias. Para comprar publicaciones de la OMS, véase <http://apps.who.int/bookorders>.

Para presentar solicitudes de uso comercial y consultas sobre derechos y licencias, véase <http://www.who.int/about/licensing>.

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo cuadros, figuras o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. Recae exclusivamente sobre el usuario el riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros.

Notas de descargo generales. Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la OMS, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la OMS los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la OMS podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Diseño y presentación de Lushomo Communications Ltd.

Traducción por My Translation Manager sprl. En el caso de cualquier inconsistencia entre las ediciones en inglés y en español, la edición original en inglés será la edición auténtica y vinculante.

Printed in Switzerland

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Agradecimientos | IV |
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Propósito, alcance y estructura de este documento | 1 |
| 3. Marco de políticas | 1 |
| 4. ¿Qué es un evento Natech? | 2 |
| 4.1 Desafíos para la gestión de eventos Natech | 2 |
| 4.2 Fuentes de emisión de sustancias químicas | 2 |
| 5. El papel del sector de la salud en la gestión de riesgos de incidentes con sustancias químicas provocados por eventos de peligro natural | 4 |
| 5.1 El papel del sector de la salud en la prevención | 4 |
| 5.2 El papel del sector de la salud en la preparación | 6 |
| 5.3 El papel del sector de la salud en la respuesta | 8 |
| 5.4 El papel del sector de la salud en la recuperación | 10 |
| 6. Conclusiones | 11 |
| Referencias | 12 |
| Anexo A: Emisiones de sustancias químicas asociadas con terremotos | 16 |
| ¿Qué es un terremoto? | 16 |
| Factores de riesgo de la emisión de sustancias químicas | 16 |
| Mecanismos de emisión de sustancias químicas | 17 |
| Impactos potenciales en la salud humana | 17 |
| Consideraciones de respuesta y recuperación | 18 |
| Referencias | 21 |
| Anexo B: Emisiones de sustancias químicas asociadas con inundaciones | 23 |
| ¿Qué es una inundación? | 23 |
| Factores de riesgo de la emisión de sustancias químicas | 23 |
| Mecanismos de emisión de sustancias químicas | 23 |
| Impactos potenciales en la salud humana | 24 |
| Consideraciones de respuesta y recuperación | 25 |
| Referencias | 28 |
| Anexo C: Emisiones de sustancias químicas asociadas con ciclones | 30 |
| ¿Qué es un ciclón? | 30 |
| Factores de riesgo de la emisión de sustancias químicas | 30 |
| Mecanismos de emisión de sustancias químicas | 31 |
| Impactos potenciales en la salud humana | 31 |
| Consideraciones de respuesta y recuperación | 32 |
| Referencias | 35 |
| Anexo D: Fuentes de información adicional | 37 |
| Anexo E: Ejemplos de advertencias de peligro que se pueden encontrar en las etiquetas de los contenedores de sustancias químicas | 40 |

AGRADECIMIENTOS

Las siguientes personas que trabajan como consultores contribuyeron a la preparación de este documento: Rebecca Cremades, Raoul Iraheta, Jessica Jarvis, Bernice Schaddelee-Scholten, Cindy Tsao y Saskia Wehrl. La supervisión general fue proporcionada por Joanna Tempowski del Departamento de Salud Pública, Determinantes Ambientales y Sociales de la Salud en la Organización Mundial de la Salud (OMS), Ginebra, Suiza.

De la OMS, los comentarios sobre el borrador del documento fueron proporcionados por: Jonathan Abrahams, Departamento de Preparativos de los Países para Situaciones de Emergencia de Salud y RSI, Ginebra, Suiza; Magaran Bagayoko, Unidad de Enfermedades Transmisibles, Oficina Regional de la OMS para África, Brazzaville, Congo; Ana Boischio, Oficina Regional de la OMS para las Américas, Washington, Estados Unidos de América; Mohamed Elmi, Centro Regional del Mediterráneo Oriental para Actividades de Salud Ambiental, Amman, Jordania; Oyuntogos Lkhasuren, Oficina de la OMS en el país, Vientiane, República Democrática Popular Lao; e Irina Zastenskaya, Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud de la OMS, Bonn, Alemania.

Estamos muy agradecidos por los comentarios en detalle proporcionados por los siguientes revisores externos: Elisabeth Krausmann, Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, Ispra, Italia; Džejna Milakovic-Ramadani, Ministerio de Salud y Bienestar Social de la República Srpska, Banja Luka, Bosnia y Herzegovina; Virginia Murray, Public Health England, Londres, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte; y Emilia Wahlstrom, Sección de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Medio Ambiente (Programa conjunto de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/ Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios), Ginebra, Suiza.

Fotografía de portada del terremoto de Wenchuan en China cortesía de E Krausmann.

1. INTRODUCCIÓN

Los desastres provocados por peligros naturales como terremotos, huracanes, maremotos e inundaciones aumentan en intensidad, frecuencia e impacto, en parte debido al cambio climático (1, 2). Pueden causar una grave perturbación ambiental y de infraestructura y pérdidas económicas significativas. Los desastres pueden afectar directamente la salud humana a través de lesiones, muerte y brotes de enfermedades, y los impactos a largo plazo pueden incluir enfermedades no transmisibles, morbilidad psiquiátrica y discapacidades. La capacidad del sector de la salud para responder a estos efectos con frecuencia se ve perjudicada por el daño a las instalaciones de salud y la interrupción de los servicios de salud (3).

Un peligro natural puede desencadenar una emisión de sustancias químicas. Cuando la emisión es el resultado de un accidente tecnológico, se denomina evento “Natech” (accidente tecnológico desencadenada por un peligro natural). Los eventos Natech pueden exacerbar el impacto de un desastre natural sobre el medio ambiente y la salud humana debido a la emisión de materiales peligrosos, incendios y explosiones (4-6).

Las causas y consecuencias de los eventos Natech son áreas de estudio relativamente recientes de los gerentes de riesgos. Se ha observado que, si bien puede haber medidas de prevención y preparación y planes de respuesta y recuperación para enfrentar los riesgos derivados de peligros tecnológicos o naturales, estos rara vez se integran (4). Además, faltan métodos y herramientas para el análisis y mapeo de riesgos Natech (4). En áreas propensas a peligros naturales es, por lo tanto, importante desarrollar planes que incorporen la posibilidad de enfrentar desastres tecnológicos naturales y secundarios al mismo tiempo.

2. PROPÓSITO, ALCANCE Y ESTRUCTURA DE ESTE DOCUMENTO

Este documento tiene como objetivo proporcionar información breve a los planificadores en el sector de la salud y a las autoridades de salud pública que deseen obtener más información sobre las emisiones de sustancias químicas resultantes de eventos de peligro natural. Si bien el tema principal del documento son los eventos Natech, también se proporciona información sobre otras fuentes de emisión de sustancias químicas posteriores a un evento de peligro natural. Se describen los desafíos particulares con los eventos Natech. El documento ofrece una visión general de la función y las actividades del sector de la salud en todas las etapas del ciclo de gestión de riesgos. Los anexos específicos sobre peligros (Anexos A-C) proporcionan información sobre

los mecanismos de las emisiones químicas resultantes de terremotos, inundaciones y ciclones y los impactos sobre la salud posteriores, así como una breve información sobre las actividades de respuesta. Los anexos están destinados a ser documentos independientes; por lo tanto, hay cierta repetición de información. Los dos anexos finales enumeran otros recursos pertinentes para este tema y brindan información sobre los pictogramas de peligro.

Un peligro natural también puede causar la emisión de material radiactivo, por ejemplo, después del daño a una planta de energía nuclear causado por un terremoto o una inundación. Si bien este tipo de emisión está fuera del alcance de este documento, se aplican principios similares de prevención, preparación y respuesta.

3. MARCO DE POLÍTICAS

En un esfuerzo por reducir las pérdidas sociales, económicas, ambientales y de salud causadas por desastres, los gobiernos adoptaron el *Marco de acción de Hyogo para 2005-2015* (7), que describía el trabajo que se requería de diferentes sectores y actores para reducir las pérdidas por desastres. Este fue reemplazado por el *Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030* (1), que ha cambiado el enfoque de la gestión de desastres a la gestión de riesgos. El marco de Sendai tiene un amplio alcance, que abarca el riesgo de todos los tipos y escalas de desastres, ya sean grandes o pequeños, frecuentes o poco frecuentes y naturales o artificiales. El marco destaca específicamente la necesidad de un enfoque integrado, multisectorial y contra todos los peligros para la gestión de riesgos de desastres y, al hacerlo, aborda directamente los desafíos presentados por los eventos Natech.

El marco de Sendai tiene un fuerte enfoque en la salud; enfatiza la necesidad de contar con sistemas de salud resilientes y la integración de la gestión de riesgos de desastres en la prestación de atención de salud en todos los niveles. Esta necesidad también se refleja en una resolución reciente de la Asamblea Mundial de la Salud, que instó a los Estados Miembros a fortalecer los programas de emergencia de salud y de gestión de riesgos de desastres contra todos los peligros y a integrarlos en los planes de salud nacionales o subnacionales. Además, se instó a los Estados Miembros a que facilitaran el acceso de los organismos pertinentes a la información sobre tipos y cantidades de materiales peligrosos almacenados, utilizados o transportados, a fin de respaldar una gestión eficaz de emergencias de salud y riesgos de desastres (8). El Reglamento Sanitario Internacional (2005) brinda orientación adicional a los países sobre la necesidad de capacidades para detectar, evaluar y responder a eventos de salud pública causados por todo tipo de peligros (9).

4. ¿QUÉ ES UN EVENTO NATECH?

Como se mencionó anteriormente, un evento Natech es un accidente tecnológico provocado por un peligro natural. Estos pueden incluir inundaciones, terremotos, rayos, ciclones y temperaturas extremas (10, 11). Un accidente tecnológico puede incluir daños y la emisión de sustancias químicas de instalaciones de sustancias químicas fijas, oleoductos y gasoductos, sitios de almacenamiento, enlaces de transporte, vertederos y minas. **El Cuadro 1** proporciona algunos ejemplos ilustrativos. La frecuencia de tales eventos no es bien conocida, pero un análisis de varias bases de datos sobre accidentes químicos reveló que el 2-5% de los incidentes que ocasionaron la emisión de sustancias peligrosas se desencadenaron por eventos de peligro natural, y se consideró que estas cifras son subestimaciones debido al subregistro de accidentes de baja consecuencia (17, 18). Es probable que el riesgo y el impacto de los eventos Natech estén aumentando, debido a una combinación de creciente industrialización y urbanización, junto con un aumento previsto en los peligros hidrometeorológicos causados por el cambio climático (13, 18). Se puede encontrar una base de datos con los eventos Natech en <http://enatech.jrc.ec.europa.eu/Home>.

4.1 DESAFÍOS PARA LA GESTIÓN DE EVENTOS NATECH

Si los sitios de almacenamiento industrial o de sustancias químicas están ubicados en áreas propensas a peligros, la probabilidad de eventos Natech aumenta. Los eventos Natech son potencialmente más peligrosos que los incidentes con sustancias químicas durante el funcionamiento normal de la planta por varias razones. En primer lugar, los eventos de peligro natural pueden cubrir una gran área geográfica y, por lo tanto, pueden afectar a múltiples instalaciones de sustancias químicas al mismo tiempo. Incluso en un solo sitio, es probable que haya múltiples y simultáneos eventos de daños o fallas y emisiones químicas; además, los mecanismos de seguridad destinados a prevenir una emisión de sustancias químicas o mitigar sus consecuencias pueden dañarse durante el evento (4). En segundo lugar, la capacidad de las autoridades y los servicios locales para responder a la emisión de sustancias químicas a menudo se verá gravemente restringida debido a los otros impactos del evento natural, por ejemplo, carreteras bloqueadas, dañadas o inundadas y la abrumadora demanda de rescate. La emisión de sustancias químicas en sí puede prevenir u obstaculizar las operaciones de rescate debido a los riesgos adicionales que se presentan al personal de respuesta a emergencias.

El terremoto de Kocaeli en Turquía (véase el **Anexo A, Recuadro A1**) ilustra las formas en que un peligro natural puede causar una liberación de sustancias químicas y cómo el evento Natech puede afectar la respuesta de emergencia al desastre natural. Este terremoto desencadenó la liberación de acrilonitrilo altamente tóxico, pero también redujo la capacidad de respuesta al cerrar las redes de comunicación y hacer que las carreteras fueran inaccesibles (19, 20). Las lecciones aprendidas de este y otros eventos Natech resaltan la necesidad de regular y planificar dichos eventos para minimizar el riesgo de emisiones químicas y enfatizan la importancia de la coordinación intersectorial y la buena comunicación.

4.2 FUENTES DE EMISIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Las emisiones de sustancias químicas pueden ser causadas directa o indirectamente por un peligro natural. Estas emisiones pueden ser pequeñas, por ejemplo, sustancias químicas domésticas que salen de su lugar de almacenamiento hacia las aguas de inundaciones o grandes, por ejemplo, miles de litros de una sustancia química tóxica que se derraman desde un tanque de almacenamiento roto. Las emisiones a gran escala son particularmente probables en oleoductos y en instalaciones de sustancias químicas fijas, donde los recipientes de almacenamiento y las tuberías y bridas de conexión pueden dañarse por terremotos e inundaciones (18, 21). Los rayos, que a menudo acompañan a los ciclones, pueden encender materiales inflamables en tanques de almacenamiento y provocar incendios que luego pueden propagarse (18). Los daños al suministro de energía pueden causar alteraciones en el proceso o afectar los monitores de temperatura y presión y las válvulas de control, lo que puede provocar reacciones químicas incontrolables y purga^a. El daño a ferrocarriles y carreteras puede provocar el descarrilamiento y/o el vuelco de petroleros con sustancias químicas (22). Las inundaciones pueden causar la contaminación directa de las fuentes de agua potable, ya sea mediante la liberación de sustancias químicas almacenadas o mediante la removilización de sustancias químicas que ya se encontraban en el medio ambiente (23). El daño a instalaciones de atención de salud y a laboratorios también puede dar como resultado la liberación de sustancias químicas como reactivos y desinfectantes. Las temperaturas muy bajas o los períodos prolongados de frío intenso pueden causar que las tuberías se congelen y luego exploten a medida que se expande el contenido químico de fusión. El hielo espeso puede causar daños estructurales a equipos y romper las tuberías (11). Las altas temperaturas crean condiciones que aumentan el riesgo de ignición de sustancias almacenadas en el exterior.

^a Una purga es el proceso mediante el cual se activa un sistema de alivio de seguridad para despresurizar el equipos de proceso, enviando vapores y líquidos a la antorcha para quemarlos.

CUADRO 1. EJEMPLOS DE EVENTOS NATECH

| | PAÍS, FECHA | INSTALACIÓN QUÍMICA AFECTADA | CONSECUENCIAS |
|---------------|------------------------------|---|---|
| TERREMOTO | Japón, 2011 (4, 12) | Refinería de petróleo | El gran terremoto de Japón oriental y posterior maremoto dañaron una gran cantidad de instalaciones químicas. Una refinería fue inundada causando daños estructurales. Los incendios comenzaron en tanques de almacenamiento que contenían azufre, asfalto y gasolina. Después de la ignición del azufre y la formación de una nube de gas tóxico, se emitió una orden de evacuación para un radio de 2 km alrededor de la instalación. Los incendios y las explosiones en otra refinería provocaron más incendios en las instalaciones químicas vecinas. |
| | Turquía, 1999 (4) | Instalaciones industriales, parque de tanques de la refinería de petróleo | Hubo importantes emisiones de sustancias químicas de ocho instalaciones industriales, incluida la liberación de petróleo crudo, ácido fosfórico y acrilonitrilo. Hubo tres incendios separados y simultáneos en un parque de tanques. La respuesta se vio obstaculizada por la pérdida de energía eléctrica, los sistemas de comunicación y el agua de emergencia local en las instalaciones afectadas. |
| INUNDACIÓN | Europa Central, 2002 (13) | Fábricas de sustancias químicas | Un período prolongado de lluvias intensas causó inundaciones generalizadas. Se inundó una fábrica de sustancias químicas cerca del río Elba en la República Checa que causó la liberación de sustancias químicas, incluidas 80 toneladas de cloro. Después de la inundación, se encontraron concentraciones significativas de mercurio y dioxinas en el agua y los sedimentos, y las tierras agrícolas circundantes se consideraron no aptas para uso agrícola durante varios años. Las mismas lluvias provocaron que una represa en el Río Mulde en Alemania se reventara. Se inundó un complejo químico y se necesitó una operación militar para evitar que los productos químicos se arrastraran hasta el río. |
| | Rumanía, 2000 (5, 14) | Estanque de decantación de mina de oro | La combinación de derretimiento repentino de nieve y lluvias intensas aumentó el nivel del agua en el estanque de decantación, rompiendo la represa del estanque. Se liberó un gran volumen de aguas residuales que contienen cianuro y metales tóxicos en un sistema fluvial que cruzó las fronteras hacia Hungría y Serbia. Las concentraciones iniciales de cianuro en los ríos excedieron los límites permisibles, por lo que hubo que detener la extracción de agua potable. Una gran cantidad de peces fueron asesinados. |
| | EE. UU. 1994 (4) | Oleoductos y gasoductos | Intensas lluvias provocaron el desborde del río San Jacinto, la ruptura de ocho tuberías y el debilitamiento de otras 29. Esto resultó en el lanzamiento de 36.000 barriles de petróleo crudo y casi 200 millones de m ³ de gas natural. Las emisiones se encendieron, causando 545 lesiones principalmente debido a la inhalación de humo y vapor. |
| CICLÓN | EE. UU. 2005 (4, 15) | Refinerías e instalaciones petroquímicas, vehículos, tiendas de combustible, vertederos | Durante el huracán Katrina, la combinación de fuertes vientos y marejadas causó derrames de petróleo en refinerías, la liberación de combustible diésel de vehículos abandonados, tanques y vertederos y la removilización de contaminantes del suelo. Se encontró arsénico y el benzo(a)pireno en altas concentraciones en los sedimentos alrededor de las áreas residenciales. |
| | Honduras, 1998 (16) | Vertederos | Las intensas lluvias asociadas con el huracán Mitch causaron la inundación de varios vertederos. Se liberaron sustancias químicas agrícolas en el medio ambiente. |
| FRÍO EXTREMO | Francia, 2002 (11) | Planta química | Las temperaturas gélidas causaron que el ciclohexano se solidificara en una tubería, lo que ocasionó bloqueos. Debido a que el control de temperatura de la tubería era inadecuado y las temperaturas variaban dentro, el ciclohexano líquido atrapado entre los bloqueos se expandió y rompió parte de la tubería causando una fuga. La fuente de la fuga no se identificó hasta 30 horas después, momento en el cual se habían escapado 1.200 toneladas de ciclohexano. |
| CALOR EXTREMO | EE. UU. 2005 (11) | Sitio de reenvasado de gas | La alta temperatura ambiente y la luz solar intensa durante una ola de calor calentó los cilindros de gas de propileno, aumentando la presión interna y haciendo que el dispositivo de alivio en una válvula de cilindro se abriera y ventilara propileno. Este se encendió e inició un incendio que barrió el área de almacenamiento, causando que otros cilindros explotaran y dispararan a través del aire afectando las casas y los automóviles circundantes. Un factor que contribuyó fue que el dispositivo de alivio de presión se estableció demasiado bajo para las circunstancias imperantes. |

Las altas temperaturas también hacen que las sustancias químicas dentro de los recipientes de almacenamiento cerrados (por ejemplo, cilindros y vagones) se expandan, lo que provoca la apertura de las válvulas de alivio de presión y la ventilación de la sustancia química (11).

El Gráfico 1 proporciona una descripción general de las posibles fuentes de liberación de sustancias químicas debido a los impactos de peligros naturales que pueden tener consecuencias graves para la salud y otras. Se puede encontrar más información sobre los mecanismos de liberación de sustancias químicas en los anexos.

El monóxido de carbono es un ejemplo común de una liberación de sustancias químicas indirecta. Se produce por la combustión incompleta de combustibles a base de carbono y se encuentra en altas concentraciones en los gases de escape de los generadores portátiles, así como en los humos del carbón a combustión lenta (25). Por lo general, se asocia con cortes de energía y la necesidad de suministros de energía alternativos. Se han informado brotes de intoxicación por monóxido de carbono por el uso de generadores portátiles de energía de emergencia y bombas de agua dentro de la casa o cerca de las entradas de ventilación, y por la quema de carbón en interiores para calentar y cocinar (25, 26).

Otra posible fuente de emisión de sustancias químicas indirecta es el mayor uso de plaguicidas para controlar las enfermedades transmitidas por vectores y zoonóticas. El deterioro ambiental después de un desastre natural puede dar lugar a un aumento de los sitios de reproducción de vectores y poblaciones de roedores, con el consiguiente aumento del riesgo de brotes de enfermedades (27). Las autoridades de salud pública pueden decidir administrar este riesgo mediante el uso extensivo de insecticidas y rodenticidas, lo que a su vez puede aumentar el riesgo de exposición a estas sustancias químicas por parte de los trabajadores que los utilizan y por las comunidades locales a menos que se tomen las precauciones adecuadas.

Durante la etapa de limpieza y recuperación también puede haber emisiones de sustancias químicas. Cortar y mover techos y tuberías de asbesto cemento dañados puede liberar fibras de asbesto. La quema incontrolada de residuos después de un desastre puede generar humo tóxico e irritante.

5. EL PAPEL DEL SECTOR DE LA SALUD EN LA GESTIÓN DE RIESGOS DE INCIDENTES CON SUSTANCIAS QUÍMICAS PROVOCADOS POR EVENTOS DE PELIGRO NATURAL

El sector de la salud está en primera línea cuando se trata de los impactos de un incidente sobre la salud y debe desempeñar un papel en todas las etapas del ciclo de gestión de riesgos de desastres, es decir, prevención, preparación, respuesta y recuperación (3). Puede desempeñar un papel influyente, complementario o de liderazgo en estas diversas etapas (28). El sector de la salud puede aumentar la conciencia de quienes toman decisiones y de las poblaciones sobre los peligros de las sustancias químicas durante los desastres naturales y abogar por la protección de la salud humana y los grupos vulnerables.

Cada país o comunidad tiene su propio contexto económico, social, de salud y cultural y, por lo tanto, cada evento tendrá características únicas en cierta medida. El papel del sector de la salud dependerá de la legislación nacional, las tradiciones y las capacidades existentes. Comprender el papel del sector de la salud es importante para que las capacidades efectivas, incluidos los planes de respuesta a emergencias de salud, se desarrollen para gestionar los riesgos de las emisiones de sustancias químicas.

5.1 EL PAPEL DEL SECTOR DE LA SALUD EN LA PREVENCIÓN

Las medidas preventivas para los eventos Natech son en gran medida responsabilidad de sectores distintos a la salud. Estas medidas incluyen el uso de legislación y regulaciones, por ejemplo requiriendo que organismos e industrias pertinentes desarrollen planes para eventos Natech, y controles de uso del territorio y planificación espacial para asegurar que las instalaciones de sustancias químicas, los rellenos sanitarios y os estanques de residuos no se construyan en planicies inundables o en otras áreas en riesgo de peligros naturales (12, 29, 30). La introducción y el cumplimiento de códigos de construcción adecuados pueden garantizar que los edificios sean resistentes a terremotos, inundaciones o vientos fuertes. El diseño estructural y el funcionamiento de las instalaciones industriales deben incluir sistemas y medidas para reducir el riesgo de daños a los procesos químicos o a los equipos de almacenamiento, y la protección de las barreras de seguridad^b del impacto de los peligros naturales (30, 31). En las áreas con riesgo de inundación, existe una amplia gama de medidas de control de inundaciones que pueden emplearse, incluido el uso de diques y el dragado o la modificación de cursos de agua (23).

^bUna barrera de seguridad es un medio físico o no físico implementado para prevenir, controlar o mitigar un accidente, por ejemplo, una válvula de alivio de presión.

GRÁFICO 1. EJEMPLOS DE SITIOS VULNERABLES PARA LA EMISIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS CAUSADAS POR PELIGROS NATURALES Y EJEMPLOS DE LOS TIPOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE PODRÍAN SER LIBERADAS (24)

Sitios de almacenamiento de combustible, parques de tanques

- queroseno
- petróleo
- propano
- butano




Depósitos de residuos

- petróleo
- solventes
- bifenilos policlorados



Gasoductos y oleoductos

- gas natural (metano)
- petróleo crudo



Represas de relave

- lodo tóxico
- relaves mineros con cianuro y arsénico




Industrias petroleras o petroquímicas

- amoníaco
- benceno
- petróleo crudo
- sulfuro de hidrógeno



Filtraciones ácidas de minas (minas abandonadas)

- aluminio
- arsénico
- cadmio
- plomo
- manganeso



Fábricas de sustancias químicas

- álcalis
- acroleína
- metanol
- peróxidos orgánicos



Transporte: ferrocarriles, carreteras, ríos, mar

sustancias químicas a granel por ejemplo:

- amoníaco
- cloro
- petróleo
- metanol



Plantas de procesamiento de alimentos

- amoníaco



Hospitales, laboratorios, farmacias

- reactivos
- desinfectantes
- medicamentos
- gases
- material radiológico



Depósitos de almacenamiento de plaguicidas

- carbamatos
- organofosforados
- compuestos organoclorados



Industrias metalúrgicas

- metales tóxicos
- cianuro
- ácido sulfúrico
- amoníaco



Es importante que las comunidades locales comprendan la necesidad de dichas políticas y medidas preventivas y estén comprometidas con ellas para apoyar su implementación efectiva.

El desarrollo de sistemas de alerta temprana, incluidos los mecanismos de comunicación, para los peligros naturales es un ejemplo de prevención secundaria. Dichos sistemas pueden brindar la oportunidad de implementar medidas preventivas antes de que ocurra el evento de peligro, por ejemplo, el cierre de una planta de sustancias químicas o el traslado de sustancias peligrosas a un lugar más seguro (31). Estos sistemas también brindan la oportunidad de transmitir mensajes de protección de la salud a las comunidades en riesgo (23). Sin embargo, aunque la alerta temprana es factible para eventos relacionados con el clima, es poco probable que esté disponible para terremotos, enfatizando la importancia de construir resistencia a terremotos en instalaciones industriales y hogares, así como llevar a cabo simulacros de terremoto.

En el ámbito de la prevención, la función principal del sector de la salud es la defensa. Mediante la recopilación de información sobre los impactos en la salud de eventos previos, y realizando evaluaciones de vulnerabilidad y desarrollando escenarios de exposición, el sector de la salud puede justificar la implementación de medidas normativas y de políticas, y de una planificación adecuada dirigida a la prevención y mitigación de eventos Natech.

5.2 EL PAPEL DEL SECTOR DE LA SALUD EN LA PREPARACIÓN

La preparación abarca el conocimiento y las capacidades desarrolladas por los gobiernos, la industria, los socorristas, las comunidades y las personas para anticipar, responder y recuperarse de los impactos de un desastre como un evento Natech (32). La planificación de la preparación implica a múltiples organismos, incluido el sector de la salud. Esta sección resume los diversos pasos implicados en la preparación de incidentes con sustancias químicas y las formas en que el sector de la salud puede proporcionar información. Se proporcionan más detalles en el *Manual para la gestión de salud pública de incidentes químicos* (28) de la OMS.

1. Recopilación de información pertinente

Un requisito fundamental para la respuesta es tener acceso rápido a la información pertinente. Por lo tanto, una actividad de preparación importante es recopilar y actualizar periódicamente esta información, incluso sobre:

- ubicaciones de sitios peligrosos donde se almacenan y utilizan sustancias químicas, particularmente sitios en áreas vulnerables a los peligros naturales;
- sustancias químicas: sus propiedades y toxicidad, cantidades y gestión de la exposición;
- recursos de atención de salud;
- contactos de emergencia, incluidos centros de información toxicológica.

Las autoridades de salud a nivel local, regional y nacional deben mantener bases de datos de capacidades y recursos de atención de salud. Esto facilitará la planificación de contingencia en caso de que los recursos en un área se saturen y también resaltarán dónde hay lagunas que es necesario abordar. La OMS ha desarrollado herramientas para ayudar en la evaluación de las capacidades hospitalarias para hacer frente a las emergencias (33, 34). La identificación de poblaciones vulnerables o de alto riesgo, su ubicación relativa a sitios peligrosos y las necesidades específicas de dichos grupos en caso de que ocurra un evento Natech, también son importantes para la planificación.

Existen algunas herramientas para la identificación y el mapeo de peligros, y es importante que las diversas autoridades involucradas en el mapeo de peligros compartan información antes y durante una emergencia. Un ejemplo de herramienta de mapeo de peligros es la *Herramienta de*

evaluación ambiental rápida (FEAT, por sus siglas en inglés). Esta es utilizada por los equipos de las Naciones Unidas de Evaluación y Coordinación en Caso de Desastre (UNDAC) y los socorristas para identificar los impactos agudos y potenciales en la salud humana y el medio ambiente causados por daños a la infraestructura y las instalaciones industriales (24). Se están desarrollando herramientas para ayudar al análisis de riesgos y al mapeo de eventos Natech, por ejemplo RAPID-N (véase el **Anexo D Fuentes de información adicional**) (31).

2. Preparación de un plan de respuesta a eventos Natech

El sector de la salud debe participar en el desarrollo de planes de respuesta a nivel local, regional y nacional. Estos planes deben integrar la respuesta química a incidentes con planes de emergencia para peligros naturales.

Los componentes de salud incluyen asegurar que:

- existen mecanismos para brindar asistencia, por ejemplo, laboratorios, antídotos, equipos de descontaminación que se proporcionarán a los socorristas locales si es necesario;
- existen procedimientos para la descontaminación masiva de víctimas (35) y la gestión;
- los planes locales consideran la necesidad de proteger a las poblaciones vulnerables;
- los trabajadores de atención de salud y los socorristas reciben protección adecuada contra la exposición a sustancias químicas.

Finalmente, se necesitan planes de contingencia para las instalaciones de atención de salud que les permitan hacer frente a un aumento en la demanda de servicios, incluidas medidas especializadas para la exposición a sustancias químicas, y para abordar la posibilidad de que la instalación se dañe durante el evento de peligro natural. Las autoridades pueden reducir el riesgo de que los hospitales y las instalaciones de atención de salud se vuelvan inoperantes durante un desastre siguiendo la directriz desarrollada por la OMS en el *Marco integral sobre seguridad en los hospitales* (36). Esta directriz está respaldada por una herramienta de evaluación que proporciona a quienes toman decisiones de salud nacionales un panorama del estado de la seguridad y la preparación de sus hospitales para permanecer operativos en emergencias y desastres (37).

3. Evaluación de impacto comunitario

Esta es una evaluación de riesgos cualitativa o cuantitativa, es decir, la evaluación de la probabilidad de efectos adversos como resultado de un posible evento Natech a futuro. Incluye cinco pasos:

- configuración del escenario
- identificación de vías de exposición
- evaluación de la vulnerabilidad de la población (por ejemplo, los Cuadros 10 y 11 en la referencia 23)
- evaluación del impacto en la salud
- evaluación.

El sector de la salud debe participar en todos estos pasos. Los datos recopilados de eventos anteriores pueden contribuir a la evaluación de riesgos. Dichos datos son particularmente útiles para la evaluación del impacto en la salud, incluida la posibilidad de efectos a largo plazo para la salud.

4. Gestión de incidentes

Los planes de respuesta de emergencia externos (fuera del sitio) deben basarse en un sistema de gestión de incidentes (SGI) contra todos los peligros que proporcione mecanismos de coordinación, incluidos centros de operaciones de emergencia, una estructura de comando clara y una estrategia de comunicación con todos los sectores que participarán en la respuesta. El sector de la salud debe desarrollar su propio SGI incorporando disciplinas de salud pertinentes (27, 28). El sector de la salud debe comprender su función dentro de los planes multisectoriales del SGI y de emergencias de salud, y los arreglos operacionales deben ser interoperables con otros sectores.

5. Comunicación

La comunicación oportuna y efectiva entre los organismos y la comunicación adecuada de riesgos y crisis con el público son componentes importantes de la respuesta. En la etapa de preparación, por lo tanto, se deben desarrollar y probar protocolos y procedimientos para diferentes tipos de comunicación. Las medidas de planificación pueden incluir capacitación en comunicaciones, desarrollo de listas de verificación y plantillas de comunicación, designación de portavoces y desarrollo de mensajes estándar para posibles escenarios (28). Algunos ejemplos de mensajes preparados previamente incluyen:

- qué hacer en caso de una inundación/terremoto/ciclón

- prevención de la intoxicación por monóxido de carbono
- precauciones durante la limpieza, incluido el manejo de asbesto cemento.

6. Construyendo capacidades humanas

Un componente importante de la preparación es la capacitación adecuada del personal involucrado en la respuesta al evento. En el caso del sector de la salud, esto incluye capacitar a profesionales de la salud y equipos de emergencia. Se debe desarrollar un programa de capacitación básica para los equipos de respuesta locales para garantizar que el personal de todas las organizaciones involucradas en una respuesta tenga una comprensión básica de las necesidades y los roles de los demás. La capacitación debe reforzarse con ejercicios regulares, nuevamente coordinados entre los organismos, para que estos organismos se acostumbren a trabajar juntos (27, 28).

5.3 EL PAPEL DEL SECTOR DE LA SALUD EN LA RESPUESTA

En la etapa de respuesta, el sector de la salud tiene varios roles. Los servicios de salud pública son responsables de la evaluación de riesgos de salud y la comunicación de incidentes, y ayudan a coordinar la respuesta general de salud (28, 38). También participan en la evaluación de los posibles impactos a largo plazo en la salud de un incidente. Los servicios médicos agudos son responsables del protocolo de intervención y la gestión de personas heridas y enfermas. Todas las partes del sector de la salud interactuarán con otros sectores para recopilar información sobre las sustancias químicas implicadas y las poblaciones afectadas (28). La información recopilada durante las actividades de respuesta, incluida la eficacia de las medidas de prevención, preparación y respuesta, la gestión de bajas masivas y los efectos de las sustancias químicas en la salud, puede utilizarse para informar la planificación futura y, si es necesario, propugnar medidas para prevenir la recurrencia de incidentes y reducir las consecuencias.

Los pasos clave para montar una respuesta son: evaluación de riesgos; contención y prevención de exposición; evaluación y gestión médica; y comunicación de riesgos y crisis (28). La cantidad de participación del sector de la salud variará en cada etapa.

1. Evaluación de riesgos

El objetivo de la evaluación de riesgos es determinar los impactos probables de la emisión de sustancias químicas en la salud humana. Implica la identificación de los peligros en cuestión y la evaluación de vulnerabilidades, exposiciones y capacidades de respuesta. Este es un proceso iterativo y una evaluación debe revisarse a medida que se disponga de nueva información. Incluye los siguientes pasos.

i. Obtenga información sobre sitios potencialmente peligrosos para evaluar los riesgos para la salud y determinar las medidas apropiadas de gestión de riesgos.

ii. Identifique las sustancias químicas implicadas en el accidente: verifique si hay un inventario disponible, por ejemplo, en el plan de emergencia del sitio; si no, use la *Herramienta de evaluación ambiental rápida* (24) (véase también el **Anexo D Fuentes de información adicional**). Busque etiquetas con información sobre riesgos (véase el **Anexo E Ejemplos de advertencias de peligro**).

iii. Reúna y considere cualquier información clínica disponible de individuos expuestos, ya que esto puede ayudar a identificar algunas sustancias químicas o grupos químicos.

iv. Si es factible, organice la recolección y el análisis de muestras ambientales (aire, suelo, agua, cultivos) para identificar y cuantificar la contaminación por sustancias químicas. Los laboratorios móviles pueden proporcionar resultados rápidamente, pero incluso si los resultados se retrasan, proporcionarán información sobre las vías de exposición durante el evento que pueden ayudar en la evaluación de posibles impactos a largo plazo en la salud, así como informar los planes de recuperación.

2. Prevención de la exposición

Esto implica las siguientes actividades.

i. Asegúrese de aplicar medidas de contención apropiadas. La responsabilidad principal de la contención normalmente será con los servicios de defensa civil o de bomberos. Sin embargo, priorizar esta actividad puede, en parte, depender de los probables impactos en la salud. Puede haber información útil disponible en los planes de emergencia del sitio. En las hojas de datos de seguridad, las *Fichas internacionales de seguridad química* y la *Guía de respuesta a emergencias* (véase el **Anexo D Fuentes de información adicional**) puede encontrarse información breve sobre el manejo de pequeños derrames de sustancias químicas.

ii. Asegúrese de que el acceso a los sitios contaminados esté restringido a través de barreras y advertencias. Solo aquellos que cuenten con equipos de protección personal (EPP) adecuados deben ingresar a las áreas contaminadas.

iii. En el caso de tóxicos transportados por el aire, decida si es factible que las personas permanezcan en el lugar donde se encuentran para protegerse o si es necesaria la evacuación.

iv. Asegúrese de que las personas involucradas en las operaciones de limpieza y rescate estén adecuadamente equipadas con equipos de protección personal y que estén informadas sobre la posibilidad de encontrar derrames de sustancias químicas.

v. Descontamine a las personas expuestas químicamente quitándoles la ropa y lavándolas o bañándolas para evitar la exposición continua y la contaminación secundaria de los socorristas, el personal de salud, las instalaciones y el equipo de atención salud (por ejemplo, ambulancias, camillas y camas).

vi. Los organismos de salud pública en los distintos niveles (locales, estatales/federales y nacionales) deben proporcionar información completa al público en general en relación con las medidas de precaución (véase “Comunicación de riesgos y crisis” más adelante).

3. Evaluación médica y manejo

Esto implica las siguientes actividades.

i. Asegúrese de que las personas expuestas químicamente sean descontaminadas antes de ingresar a la instalación de atención de salud.

ii. El personal de salud y los socorristas deben seguir los procedimientos para usar el EPP cuando se trata de víctimas contaminadas químicamente.

iii. Lleve a cabo el protocolo de intervención y la evaluación de los pacientes. Las lesiones o la intoxicación por sustancias químicas pueden combinarse con lesiones traumáticas y esto puede complicar el manejo.

iv. Obtenga asesoramiento sobre el manejo de la exposición química de un centro de información toxicológica, si está disponible.

v. Proporcione tratamiento médico específico (por ejemplo, tratamiento antidótico) según sea necesario.

vi. Considere la necesidad de recolectar muestras biológicas de individuos expuestos químicamente (incluidos los equipos de emergencia) para identificar y, de ser posible, cuantificar la exposición. Si bien esta información no necesariamente guiará la gestión, puede ayudar en la evaluación de posibles efectos a largo plazo.

vii. Registre a todas las personas expuestas y garantice la documentación adecuada y el mantenimiento de registros en caso de que haya necesidad de un seguimiento a largo plazo.

viii. Después de la primera respuesta, asegúrese de tomar medidas en la etapa de recuperación para evitar los efectos químicos indirectos y las exposiciones a largo plazo, y proporcione asistencia psicosocial y de salud mental para las comunidades afectadas (véase a continuación).

4. Comunicación de riesgos y crisis

Es importante mantener informado al público, a los socorristas y a quienes toman decisiones sobre los peligros de las sustancias químicas y de otro tipo que surjan del evento y sobre las medidas de protección (39). Idealmente, alrededor de las instalaciones peligrosas ya debería haber habido alguna comunicación de riesgos a las comunidades circundantes informándoles sobre posibles escenarios de emisión de sustancias químicas, el significado de señales de advertencia (por ejemplo, sirenas) y las medidas que deben tomarse si se emiten advertencias, por ejemplo, utilizando el proceso APELL (véase el **Anexo D Fuentes de información adicional**). Dado que la intoxicación por monóxido de carbono se informa regularmente después de eventos de peligro natural que causan cortes de energía, es importante informar al público sobre la prevención (25).

La comunicación de crisis tiene lugar durante el incidente en sí e implica informar al público sobre (28):

- el evento o los eventos Natech
- quién está a cargo
- qué se está haciendo
- la naturaleza y los peligros de las sustancias químicas implicadas
- qué deben hacer las personas para protegerse a sí mismas y a sus familias

- cuándo buscar atención médica
- cómo obtener más información.

Se debe usar la gama disponible de canales de comunicación, incluidas las redes sociales y masivas. La información y los mensajes deben actualizarse para abordar las preocupaciones públicas en evolución.

5.4 EL PAPEL DEL SECTOR DE LA SALUD EN LA RECUPERACIÓN

La recuperación se refiere al proceso de reconstrucción y rehabilitación de la población después de una emergencia (40). En el contexto de un evento Natech, existen dos dimensiones principales: lidiar con las consecuencias a largo plazo para la salud del evento y lidiar con la contaminación ambiental por sustancias químicas a fin de proteger la salud y los medios de subsistencia.

1. Hacer frente a los impactos en la salud

Esto implica la prestación de atención médica, el suministro de información sobre los posibles efectos de la exposición a largo plazo en la salud, el registro de las personas expuestas y el seguimiento y la vigilancia de los impactos adversos para la salud (28).

La atención médica implica el manejo de las consecuencias físicas inmediatas de la exposición química, que puede ir acompañada de una lesión traumática. También implica anticipar y gestionar la salud mental y los impactos psicosociales del evento. La salud mental y los problemas psicosociales son comunes entre las víctimas de desastres naturales, que surgen de una variedad de factores de estrés (41-43). Las víctimas pueden haber perdido a familiares, amigos, sus bienes, pueden haber enfrentado la muerte y lesiones graves, y sufrir perturbaciones sociales. En el caso de los eventos Natech, el temor a la contaminación química puede ser un factor de estrés adicional. El desplazamiento de personas cuyas casas han sido destruidas por el desastre o están contaminadas por sustancias químicas tiene un impacto psicológico importante. Es posible que las personas tengan que vivir en viviendas temporales por muchos meses. El impacto en los niños también debe ser considerado y gestionado.

La recuperación de lesiones físicas y psicológicas de cualquier desastre, incluido un evento Natech, puede llevar años. Por lo tanto, el sector de la salud debe apoyar a las víctimas proporcionándoles más atención médica, incluida salud mental y apoyo psicosocial y seguimiento. Los programas de salud deben tener en cuenta las necesidades específicas de los diferentes grupos de edad y género.

Es importante proporcionar información sobre posibles problemas de salud a largo plazo, ya que esto ayuda a las víctimas a recuperarse. Es útil establecer un “punto de contacto” de información, que pueda brindar asesoramiento adecuado y actualizado (28).

El sector de la salud también debe realizar una evaluación adecuada del evento Natech, así como una evaluación de la respuesta de salud pública, para identificar las lecciones aprendidas, evitar su recurrencia y mejorar la respuesta general (28, 39).

2. Contaminación ambiental

Un evento Natech puede resultar en una contaminación ambiental extensa y en la generación de residuos contaminados, como escombros, muebles y objetos personales. Por lo general, las operaciones de limpieza comienzan tan pronto como el desastre natural se detiene o disminuye. Estos a menudo son iniciados por la comunidad local que busca restaurar el orden en su entorno dañado y proteger sus medios de subsistencia, por ejemplo, limpiando los derrames de petróleo de los criaderos de mariscos. En muchas áreas propensas a desastres, el asbesto cemento se usa ampliamente como material de construcción y cuando se daña puede liberar fibras dañinas de asbesto. Puede haber un alto riesgo de exposición a sustancias químicas en esta etapa temprana de limpieza y, por lo tanto, es importante la pronta prestación de asesoramiento sobre protección de la salud.

Las decisiones a largo plazo sobre limpieza y restauración se basarán en los resultados del muestreo ambiental y las evaluaciones detalladas del riesgo ambiental. El papel del sector de la salud en este caso es ayudar con la evaluación de riesgos y la identificación y priorización de las áreas a recuperar, es decir, aquellas que conllevan el mayor riesgo de exposición humana e impactos en la salud. El sector de la salud también debe asesorar sobre las medidas de seguridad para las personas empleadas en la recuperación y la limpieza.

3. Restauración de servicios

Después de un evento Natech, el suelo, los animales, las plantas y las masas de agua pueden contaminarse con sustancias químicas, lo que afecta la producción y el suministro de alimentos y agua potable. La restauración de estos servicios implica una evaluación de riesgos y la consideración de posibles opciones de recuperación. La evaluación de riesgos sigue el procedimiento estándar de identificación de peligros (qué sustancias químicas están involucradas), la caracterización de peligros (toxicidad y valores orientativos o de referencia), la evaluación de la exposición (cómo podrían las personas quedar expuestas y en qué medida) y la caracterización del riesgo (cómo se compara la exposición estimada con el valor orientativo/de referencia) (44).

Las opciones de recuperación podrían implicar no tomar medidas si el riesgo para la salud se considera insignificante, tratar los alimentos o el agua para eliminar la contaminación, desviarla a otros usos o eliminar los alimentos contaminados como residuos (40).

Dependiendo del nivel de contaminación, puede ser necesario prohibir el uso de áreas para cultivos o para la alimentación de animales por un período de tiempo.

En el caso del agua, puede ser necesario probar el propio suministro de agua, así como las fuentes de extracción, en caso de que las sustancias químicas que se filtran a través del suelo hayan penetrado en las tuberías de suministro (40).

Por supuesto, es importante comunicar los resultados de la evaluación de riesgos y avisos relacionados con alimentos y agua potable a la comunidad, incluidos los proveedores de alimentos y agua.

6. CONCLUSIONES

Las emisiones de sustancias químicas después de eventos de peligros naturales son probablemente más comunes de lo que sugieren los datos disponibles. La combinación de una creciente industrialización y urbanización junto con los impactos del cambio climático hacen que los eventos Natech se conviertan en un problema creciente.

Las emisiones de sustancias químicas complican la respuesta a los peligros naturales y potencialmente aumentan la carga de enfermedades asociadas con estos peligros. Por lo tanto, es importante que la naturaleza de los eventos Natech y otras formas de emisión de sustancias químicas asociadas con peligros naturales sea bien comprendida por todos los sectores involucrados en la planificación, la preparación y la respuesta, incluido el sector de la salud. Si bien las industrias son una importante fuente de emisión de sustancias químicas, no debe olvidarse que el sector de la salud usa grandes cantidades de sustancias químicas, por ejemplo, reactivos de laboratorio y plaguicidas para la salud pública, y esto debe tenerse en cuenta en sus propias actividades de prevención, preparación y respuesta.

REFERENCIAS

1. Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction; 2015 (http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf, accessed 7 July 2017).
2. Leaning J, Guha-Sapir D. Natural disasters, armed conflict, and public health. *New England Journal of Medicine*. 2013;369:1836–42. doi: 10.1056/NEJMr1109877 (<http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMr1109877>, accessed 7 July 2017).
3. Emergency risk management for health: overview. Geneva: World Health Organization; 2011 (http://www.who.int/hac/techguidance/preparedness/risk_management_overview_17may2013.pdf?ua=1, accessed 7 July 2017).
4. Krausmann E, Cruz AM, Salzano E. Natech risk assessment and management: reducing the risk of natural-hazard impact on hazardous installations. Amsterdam: Elsevier; 2017.
5. Cruz AM, Steinberg LJ, Vetere Arellano AL, Nordvik J-P, Pisano F. State of the art in Natech risk management. Ispra: European Commission Joint Research Centre; 2004 (EC JRC, UN ISDR EUR 21292 EN; http://www.unisdr.org/files/2631_FinalNatechStateofthe20Artcorrected.pdf, accessed 7 July 2017).
6. Young S, Balluz L, Malilay J. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. *Science of the Total Environment*. 2004;322(1–3):3–20 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00446-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00446-7), accessed 7 July 2017).
7. Hyogo framework for action 2005–2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction; 2007 (<http://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa>, accessed 7 July 2017).
8. Resolution WHA64.10. Strengthening national health emergency and disaster management capacities and the resilience of health systems. En: Sixty-fourth World Health Assembly, Geneva, 16–24 May 2011. Resolutions and decisions, annexes. Geneva: World Health Organization; 2011:10 (WHA64/2011/REC/1; http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA64-REC1/A64_REC1-en.pdf, accessed 7 July 2017).
9. International Health Regulations (2005) and chemical events. Geneva: World Health Organization; 2015 (<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/249532/1/9789241509589-eng.pdf?ua=1&ua=1>, accessed 7 July 2017).
10. Report of the workshop on Natech risk management (23–25 May 2012, Dresden, Germany). Joint meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. Series on Chemical Accidents No. 25. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development; 2012 (ENV/JM/MONO(2013)4; [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2013\)4&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2013)4&doclanguage=en), accessed 7 July 2017).
11. Major Accident Hazards Bureau. Lessons learned. Bulletin No. 6: Natech accidents. Ispra: European Commission Joint Research Centre; 2014 (<https://minerva.jrc.ec.europa.eu/en/content/minerva/f30d9006-41d0-46d1-bf43-e033d2f5a9cd/publications>, accessed 26 September 2017).
12. Krausmann E, Cruz AM. Impact of the 11 March 2011, Great East Japan earthquake and tsunami on the chemical industry. *Natural Hazards*. 2013;67:811–28. doi: 10.1007/s11069-013-0607-0.
13. OECD Studies in risk management: Italy – Industrial hazards triggered by floods. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development; 2006 (<https://www.oecd.org/italy/36099995.pdf>, accessed 7 July 2017).

14. The cyanide spill at Baia Mare, Romania: before, during and after. Geneva: United Nations Environment Programme/Office for the Coordination of Humanitarian Affairs; 2002 (<http://archive.rec.org/REC/Publications/CyanideSpill/ENGCyanide.pdf>, accessed 7 July 2017).
15. Solomon GM, Rotkin-Ellman M. Contaminants in New Orleans sediment. New York: Natural Resources Defense Council; 2006 (<https://www.nrdc.org/sites/default/files/sedimentepa.pdf>, accessed 7 July 2017).
16. Balluz L, Moll D, Diaz Martinez MG, Merida Colindres JE, Malilay J. Environmental pesticide exposure in Honduras following hurricane Mitch. *Bulletin of the World Health Organization*. 2001;79:288–95 ([http://www.who.int/bulletin/archives/79\(4\)288.pdf](http://www.who.int/bulletin/archives/79(4)288.pdf), accessed 7 July 2017).
17. Campedel M. Analysis of major industrial accidents triggered by natural events reported in the principal available chemical accident databases. Ispra: European Commission Joint Research Centre; 2008 (Report EUR 23391 EN-2008; http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC42281/reqno_jrc42281_def%20mik%2008%5b2%5d.pdf, accessed 7 July 2017).
18. Krausmann E, Renni E, Campedel M, Cozzani V. Industrial accidents triggered by earthquakes, floods and lightning: lessons learned from a database analysis. *Natural Hazards*. 2011;59:285–300. doi: 10.1007/s11069-011-9754-3.
19. Steinberg LJ, Cruz AM, Vardar-Sukan F, Ersoz Y. Risk management practices at industrial facilities during the Turkey earthquake of August 17, 1999: case study report, 2001. En: *Proceedings of the First Annual IIASA-DPRI Meeting “Integrated disaster risk management: reducing socio-economic vulnerability”*, IIASA, Luxembourg, Austria, 1–4 August, 2000 (<http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/RMS/dpri2001/Papers/Cruz0602.pdf>, accessed 7 July 2017).
20. Girgin S. The Natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2011;11:1129–40. doi: 10.5194/nhess-11-1129-2011 (<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/1129/2011/nhess-11-1129-2011.pdf>, accessed 7 July 2017).
21. Girgin S, Krausmann E. Lessons learned from oil pipeline Natech accidents and recommendations for Natech scenario development. Final Report. Ispra: European Commission Joint Research Centre; 2015 (EUR 26913 EN; <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC92700/homepipelinefinalleur26913en.pdf>, accessed 7 July 2017).
22. Lindell MK, Perry RW. Hazardous materials releases in the Northridge earthquake: implications for seismic risk assessment. *Risk Analysis*. 1997;17:147–56. doi: 10.1111/j.1539-6924.1997.tb00854.x.
23. Menne B, Murray V. Floods in the WHO European Region: health effects and their prevention. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/189020/e96853.pdf, accessed 7 July 2017).
24. Flash environmental assessment tool (FEAT 2.0): pocket guide. Geneva: United Nations Environment Programme/Office for the Coordination of Humanitarian Affairs Joint Unit; 2017 (<http://www.eecentre.org/?p=1596>, accessed 7 July 2017).
25. Iqbal S, Clower JH, Hernandez SA, Damon SA, Yip FY. A review of disaster-related carbon monoxide poisoning: surveillance, epidemiology, and opportunities for prevention. *American Journal of Public Health*. 2012;102(10):1957–63. doi: 10.2105/AJPH.2012.300674 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3490658/pdf/AJPH.2012.300674.pdf>, accessed 7 July 2017).

26. Waite T, Murray V, Baker D. Carbon monoxide poisoning and flooding: changes in risk before, during and after flooding require appropriate public health interventions. *PLoS Currents Disasters*. 2014 July 3, Edition 1. doi: 0.1371/currents.dis.2b2eb9e15f9b982784938803584487f1 (<http://currents.plos.org/disasters/article/carbon-monoxide-poisoning-and-flooding-changes-in-risk-before-during-and-after-flooding-require-appropriate-public-health-interventions/>, accessed 20 September 2017).
27. Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide. Geneva: World Health Organization; 2002 (<http://apps.who.int/iris/handle/10665/42561>, accessed 7 July 2017).
28. Manual for the public health management of chemical incidents. Geneva: World Health Organization; 2009 (http://www.who.int/iris/bitstream/10665/44127/1/9789241598149_eng.pdf, accessed 7 July 2017).
29. Krausmann E, Cozzani V, Salzano E, Renni E. Industrial accidents triggered by natural hazards: an emerging risk issue. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2011;11:921–29 (<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/921/2011/nhess-11-921-2011.pdf>, accessed 7 July 2017).
30. Addendum number 2 to the OECD guiding principles for chemical accident prevention, preparedness and response (2nd edition). To address natural hazards triggering technological accidents (Natechs). Series on Chemical Accidents No. 27. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development; 2015 (ENV/JM/MONO(2015)1; [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2015\)1&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2015)1&doclanguage=en), accessed 7 July 2017).
31. Krausmann E, Cruz AM, Fendler R, Salzano E. Technological risk: Natech. En: Poljanšek K, Marin Ferrer M, De Groeve T, Clark I, editors. *Science for disaster risk management 2017: knowing better and losing less*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2017. pp. 367–77 (EUR 28034 EN; <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/science-disaster-risk-management-2017-knowing-better-and-losing-less>, accessed 29 September 2017).
32. Terminology on disaster risk reduction [website]. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR); 2009 (<https://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-p> accessed 7 July 2017).
33. Hospital emergency response checklist: an all-hazards tool for hospital administrators and emergency managers. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2011 (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/emergencies/disasterpreparedness-and-response/publications/2011/hospital-emergency-response-checklist>, accessed 7 July 2017).
34. Health Resources Availability Monitoring System (HeRAMS). En: *Humanitarian health action* [website]. Geneva: World Health Organization; 2017 (<http://www.who.int/hac/herams/en/> accessed 7 July 2017).
35. Patient decontamination in a mass chemical exposure incident: national planning guidance for communities. Washington DC: US Department of Homeland Security/US Department of Health and Human Services; 2014 (https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/Patient%20Decon%20National%20Planning%20Guidance_Final_December%202014.pdf, accessed 7 July 2017).
36. Comprehensive safe hospitals framework. Geneva: World Health Organization; 2015 (http://www.who.int/hac/techguidance/comprehensive_safe_hospital_framework.pdf?ua=1, accessed 7 July 2017).
37. Hospital safety index: guide for evaluators, 2nd edition. Geneva: World Health Organization; 2015 (http://www.who.int/hac/techguidance/hospital_safety_index_evaluators.pdf?ua=1, accessed 7 July 2017).
38. Euripidou E, Murray V. Public health impacts of floods and chemical contamination. *Journal of Public Health*. 2004;26(4):376–83 (<http://jpubhealth.oxfordjournals.org/content/26/4/376.full.pdf>, accessed 7 July 2017).

39. Bridgman, Stephen A. Lessons learnt from a factory fire with asbestos-containing fallout. *Journal of Public Health*. 1999;21(2):158–65 (<http://jpubhealth.oxfordjournals.org/content/21/2/158.full.pdf>, accessed 7 July 2017).
40. UK recovery handbook for chemical incidents. Londres: Health Protection Agency; 2012 (https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/201024/UKRHCI_publication_31st_May_2012_web2.pdf, accessed 7 July 2017).
41. Mental health and psychosocial support in humanitarian emergencies: what should humanitarian health actors know? Geneva: Inter-Agency Standing Committee; 2010 (http://www.who.int/mental_health/emergencies/what_humanitarian_health_actors_should_know.pdf, accessed 7 July 2017).
42. Stanke C, Murray V, Amlôt R, Nurse J, Williams R. The effects of flooding on mental health: outcomes and recommendations from a review of the literature. *PLoS Currents Disasters*. 2012 May 30; Edition 1. doi: 10.1371/4f9f1fa9c3cae (<http://currents.plos.org/disasters/article/the-effects-of-flooding-on-mental-health-outcomes-and-recommendations-from-a-review-of-the-literature/>, accessed 29 September 2017).
43. Lock S, Rubin GJ, Murray V, Rogers MB, Amlôt R, Williams R. Secondary stressors and extreme events and disasters: a systematic review of primary research from 2010 to 2011. *PLoS Currents Disasters*. 2012 Oct 29; Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.a9b76fed1b2dd5c5bfcfc13c87a2f24f (<http://currents.plos.org/disasters/article/dis-12-0013-secondary-stressors-and-extreme-events-and-disasters-a-systematic-review-of-primary-research-from-2010-2011/>, accessed 29 September 2017).
44. WHO Human health risk assessment toolkit: chemical hazards. Geneva: World Health Organization; 2010 (<http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/toolkit.pdf?ua=1>, accessed 7 July 2017).

ANEXO A

EMISIONES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ASOCIADAS CON TERREMOTOS

¿Qué es un terremoto?

Un terremoto es una liberación repentina de energía en la corteza terrestre causada por el movimiento entre las placas tectónicas a lo largo de una línea de falla. Se caracteriza por sacudidas violentas del suelo producidas por ondas sísmicas profundas, que se extienden desde el punto inicial de ruptura (1).

Los terremotos pueden provocar temblores, licuefacción del suelo, deslizamientos de tierra, fisuras, avalanchas y maremotos. El grado de destrucción y daño causado por un terremoto depende de su magnitud, intensidad y duración, la geología local, la hora del día en que se produce, el diseño y los materiales de las construcciones y las plantas industriales, y las medidas de gestión del riesgos puestas en marcha (2-4).

Clasificación de terremotos

Se han definido varias escalas para medir la intensidad y la magnitud de los terremotos (1, 4, 5), pero las más utilizadas son:

- La escala de Mercalli (MM): esta clasifica los terremotos según su capacidad destructiva usando una escala de I a XII en números romanos, siendo XII el más grave. La escala se basa en observaciones visuales y otras no instrumentales de los efectos del terremoto.
- La escala de Richter (ML): esta indica la amplitud del movimiento del suelo medida por un sismógrafo. La escala es logarítmica de base 10, por lo tanto, un terremoto de magnitud 5 es 10 veces más potente que uno de magnitud 4. Un terremoto de magnitud 4 es perceptible pero leve, mientras que un terremoto de magnitud 8 es potencialmente devastador.
- La escala de magnitud de momento (Mw): esta también se basa en la medición sismográfica y es la magnitud evaluada en términos de la liberación de energía a través del área de ruptura en la falla. Proporciona la estimación más confiable para terremotos muy grandes. La escala se ha definido de modo que esté cerca de la escala de Richter (M_L) hasta una magnitud de 6.

Factores de riesgo de la emisión de sustancias químicas

Los sitios donde se producen, utilizan o almacenan sustancias químicas son vulnerables a los daños y a la emisión de sustancias químicas relacionados con los terremotos (2, 6, 7). El análisis de eventos pasados sugiere que los tanques de almacenamiento de sustancias químicas no presurizadas, las cañerías y los antiguos gasoductos y oleoductos son particularmente vulnerables a rupturas después de un terremoto (2, 8). Los factores que aumentan los riesgos para la población de una emisión de sustancias químicas durante un terremoto incluyen los siguientes (6, 9):

- regulaciones de planificación y construcción inadecuadas;
- ubicación de instalaciones industriales en áreas sísmicas;
- estructuras que no son sísmicamente resistentes;
- medidas de seguridad o planificación de emergencia inadecuadas;
- alta densidad de población alrededor de sitios industriales;
- sistemas de advertencia inadecuados;
- falta de conciencia pública sobre los riesgos de terremotos.

Otras consecuencias de un terremoto pueden aumentar el riesgo de Natech al reducir la capacidad de respuesta de las siguientes maneras (9, 10).

- Los daños a los equipos de emergencia en el lugar obstaculizarán la respuesta, al igual que el daño a la infraestructura esencial, como el suministro de energía, el suministro de agua y las telecomunicaciones.
- Es posible que el personal externo de respuesta a emergencias y otros recursos no estén disponibles ya que pueden estar ocupados lidiando con las consecuencias del terremoto.
- La emisión de materiales peligrosos puede dificultar las operaciones de búsqueda y rescate.

En áreas vulnerables a los terremotos, los planes de respuesta de emergencia de los sitios industriales deben incluir escenarios de terremotos, de modo que los trabajadores y los gerentes estén preparados para las condiciones específicas que agravan una situación de emergencia durante y después de un terremoto.

Mecanismos de emisión de sustancias químicas

La falla de contención que conduce a la emisión de sustancias químicas generalmente surge del daño estructural causado por las fuerzas de agitación horizontales y verticales del terremoto, la caída de escombros y la licuefacción del suelo que resulta en el colapso de las construcciones (2, 6, 10). Puede haber emisiones de sustancias químicas múltiples y simultáneas en un solo sitio o en áreas industriales extensas. El **Recuadro A1** proporciona un estudio de caso ilustrativo.

En sitios industriales, los mecanismos de emisión de sustancias químicas incluyen: ruptura de oleoductos y bridas de conexión; pandeo y ruptura de los recipientes de almacenamiento; la oscilación en los líquidos (que compromete la integridad estructural de los tanques que están llenos o casi llenos) que provocan daños y colapso de la pared del tanque; y daños al suministro de energía, que pueden causar alteraciones en el proceso y afectar las medidas de seguridad, como los monitores de temperatura y presión y las válvulas de control (2). La oscilación en los líquidos en tanques de techo flotante puede hacer que el techo metálico rebote contra la pared lateral generando chispas y encendiendo el contenido del tanque inflamable (2, 7). Los daños a los recipientes de almacenamiento en las instalaciones petrolíferas pueden liberar grandes cantidades de productos derivados del petróleo en el medio ambiente, incluso en las vías fluviales (6).

En el caso de los almacenes y otros sitios de almacenamiento, los recipientes más pequeños, como tambores, barriles y sacos que contienen sustancias químicas, pueden dañarse por la inclinación o caída de estructuras. Esto puede dar como resultado la mezcla de sustancias químicas con la generación de productos de reacción tóxica o un riesgo de incendio o explosión (6, 8).

Los incendios son una ocurrencia relativamente común después de los terremotos, por ejemplo, causados por la ignición del contenido de los tanques de almacenamiento de combustible y la ruptura de las tuberías de gas (2, 6). Los incendios en los depósitos de almacenamiento de combustible pueden arder durante varios días, liberando productos tóxicos de combustión en el aire durante un período prolongado (7). Los incendios en edificios pueden liberar grandes cantidades de polvo y fibras del aislamiento de asbesto y fibra de vidrio (6, 12).

Los daños a los ferrocarriles y las carreteras pueden provocar descarrilamientos, vuelcos y colisiones de camiones cisterna que transportan sustancias químicas con la consiguiente ruptura y liberación de sustancias químicas (8).

Las operaciones de limpieza pueden dar como resultado la emisión de fibras de asbesto de asbesto cemento. Este material se usa comúnmente en muchos países para techos y tuberías. La eliminación de estructuras caídas o dañadas puede implicar aserrar, romper y mover el asbesto cemento, que libera fibras nocivas en el aire (13). La quema incontrolada de residuos después de un desastre puede generar humo tóxico e irritante.

Impactos potenciales en la salud humana

Las sustancias químicas liberadas después de un terremoto pueden causar efectos tóxicos dérmicos, respiratorios y sistémicos luego de la exposición directa de las víctimas y los rescatistas. Los efectos tóxicos y las lesiones también pueden ser el resultado de la contaminación ambiental y los incendios y las explosiones. El público en general, los rescatistas y las personas involucradas en las operaciones de limpieza pueden estar expuestos a una serie de peligros, que pueden dividirse en aquellos relacionados con las sustancias químicas y aquellos que no están relacionados (6, 14). Los ejemplos se dan a continuación.

Relacionados con sustancias químicas

- Quemaduras por exposición a sustancias químicas corrosivas derramadas.
- Lesión en el tracto respiratorio por inhalación de gases irritantes, productos de combustión, polvo y fibras pesados (por ejemplo, del aislamiento de asbesto y fibra de vidrio dañado) (6).
- Intoxicación por exposición a sustancias químicas tóxicas derramadas y el consumo de alimentos o agua contaminados.
- Intoxicación por monóxido de carbono resultante del uso incorrecto de generadores de gasolina/diésel, o el uso de barbacoas, braseros o cubos de carbón o carbón para calentar y cocinar, cuando se pierden los suministros de electricidad (3, 15).
- Lesiones e intoxicaciones en trabajadores involucrados en el rescate y la limpieza (después del terremoto de Loma Prieta en California, EE. UU., casi el 20% de las lesiones relacionadas con el trabajo fueron causadas por la exposición a materiales peligrosos (6)).

No relacionados con sustancias químicas

- Quemaduras por incendios.
- Electrocutión por líneas eléctricas caídas.
- Lesiones y muertes como resultado de caídas, colapso de edificios, caída de mampostería, etc. (3). Las lesiones también pueden ocurrir durante las etapas de rescate y limpieza, por ejemplo, al cortar y mover escombros caídos.
- Consecuencias de la evacuación, por ejemplo, mayor riesgo de enfermedades infecciosas en los sitios de evacuación, exacerbación de problemas de salud preexistentes durante la transferencia del paciente, saturación de las instalaciones de atención de salud que reducen la capacidad de proporcionar un tratamiento adecuado, problemas potenciales con el suministro de agua y saneamiento, etc. (16).
- Efectos psicosociales, incluido el trastorno de estrés postraumático (14).

Consideraciones de respuesta y recuperación

Las Secciones 5.3 y 5.4 (documento principal) describen con más detalle el papel del sector de la salud en las etapas de respuesta y recuperación. La información resumida se proporciona aquí.

Evaluación de riesgos

- Obtenga información sobre sitios potencialmente peligrosos para evaluar los riesgos para la salud y determinar las medidas apropiadas de gestión de riesgos.
- Identifique las sustancias químicas implicadas en el accidente: verifique si hay un inventario disponible, por ejemplo, en el plan de emergencia del sitio; si no, use la *Herramienta de evaluación ambiental rápida* (17) (véase también el **Anexo D Fuentes de información adicional**). Busque etiquetas con información sobre riesgos (véase el **Anexo E Ejemplos de advertencias de peligro**).
- Reúna y considere cualquier información clínica disponible de individuos expuestos, ya que esto puede ayudar a identificar algunas sustancias químicas o grupos químicos.
- Si es factible, organice la recolección y el análisis de muestras ambientales (aire, suelo, agua, cultivos) para identificar y cuantificar la contaminación por sustancias químicas. Esta información puede ser particularmente útil en la etapa de recuperación.

Prevención de la exposición

- Con base en las evaluaciones de riesgos, brinde asesoramiento, según corresponda, a la defensa civil, los bomberos u otro servicio designado sobre la necesidad de:
 - medidas de contención
 - restricciones de acceso a sitios contaminados
 - equipos de protección personal (EPP)
 - avisos de refugio en el lugar o de evacuación para las comunidades afectadas.
- Asegúrese de que las personas involucradas en las operaciones de limpieza y rescate estén adecuadamente equipadas con EPP y estén al tanto de la posibilidad de derrames químicos.
- Organice las instalaciones para descontaminar individuos expuestos químicamente.
- Proporcione información completa al público en general en relación con las medidas de precaución (véase “Comunicación de riesgos y crisis” más adelante).

Evaluación médica y manejo

- Asegúrese de que las personas expuestas químicamente sean descontaminadas antes de ingresar a la instalación de atención de salud.
- Asegúrese de que el personal de salud siga los procedimientos para usar EPP cuando se trata de víctimas contaminadas químicamente.
- Lleve a cabo el protocolo de intervención y la evaluación de los pacientes. Tenga en cuenta que las lesiones o la intoxicación por sustancias químicas pueden combinarse con lesiones traumáticas.
- Obtenga asesoramiento sobre el manejo de la exposición química de un centro de información toxicológica, si está disponible.
- Proporcione tratamiento médico específico (por ejemplo, tratamiento antidótico) según sea necesario.
- Considere la necesidad de recolectar muestras biológicas de individuos expuestos químicamente (incluidos los equipos de emergencia) para identificar y, de ser posible, cuantificar la exposición.

vii. Registre a todas las personas expuestas y garantice la documentación adecuada y el mantenimiento de registros en caso de que haya necesidad de un seguimiento a largo plazo.

viii. Asegúrese de que, después de la primera respuesta, se tomen medidas en la etapa de recuperación para evitar los efectos químicos indirectos y las exposiciones a largo plazo. Proporcione atención de salud mental y apoyo psicosocial para las comunidades afectadas.

Comunicación de riesgos y crisis

Proporcione información, actualizada según sea necesario, al público, a los equipos de emergencia y a quienes toman decisiones sobre los peligros de las sustancias químicas y de otro tipo que surjan del evento. Asegúrese de que el público esté informado sobre:

- el evento o los eventos Natech
- quién está a cargo
- qué se está haciendo

- la naturaleza y los peligros de las sustancias químicas implicadas
- qué deben hacer las personas para protegerse a sí mismas y a sus familias
- cuándo buscar atención médica
- cómo obtener más información.

Algunos temas específicos de protección de la salud incluyen:

- prevención de la intoxicación por monóxido de carbono
- precauciones durante la limpieza, por ejemplo, uso de equipo de protección personal, uso seguro de equipo de corte, manejo de asbesto cemento, etc.

RECUADRO A1. TERREMOTO DE KOCAELI, TURQUÍA, AGOSTO DE 1999

El 17 de agosto de 1999 en Kocaeli, Turquía, se produjo un fuerte terremoto (magnitud de M_w 7.4). Esta área está muy industrializada y densamente poblada, y las consecuencias del terremoto fueron graves. Más de 15 millones de personas se vieron afectadas, con más de 17.500 muertos y 44.000 heridos. El daño a la propiedad ascendió a alrededor de US\$16 mil millones (7, 11). El terremoto causó numerosos eventos Natech, incluido un derrame de acrilonitrilo en la planta de fibra acrílica AKSA en Ciftlikoy, una de las instalaciones de producción de fibra acrílica más grandes del mundo. El acrilonitrilo fue liberado en diques de contención y en el aire. El daño a los diques provocó la filtración de la sustancia química al suelo, contaminando un acuífero. Además, los diques se desbordaron permitiendo que el acrilonitrilo fluyera al mar a través de un canal de drenaje. Como en otras partes del área afectada, el suministro de electricidad falló. Además, todas las tuberías de agua en el sitio fueron dañadas por el terremoto. El daño a las carreteras significaron que los esfuerzos locales de respuesta de emergencia y rescate

quedaran paralizados (7, 11).

El centro de crisis en Yalova no fue informado hasta aproximadamente cinco horas después de que se descubriera la fuga. Dado que las telecomunicaciones no estaban operativas, las fuerzas de seguridad tuvieron que informar al público personalmente. Las brigadas de bomberos cercanas proporcionaron espuma y bombas, pero no pudieron asistir directamente en la respuesta debido a la falta de equipos de protección personal. Los suministros debieron ser transportados por aire y mar porque las carreteras eran inaccesibles. Los esfuerzos para detener la fuga y la posterior diseminación del acrilonitrilo tomaron 40 horas (7).

Como consecuencia del derrame de acrilonitrilo, murieron animales y vegetación dentro de un radio de 200 m alrededor de los tanques. También se informó que las aves y los animales domésticos murieron en los asentamientos cercanos a la instalación. Se informó sobre la muerte de

peces en la bahía de Izmit. Algunos miembros de los equipos de respuesta a emergencias mostraron signos de toxicidad, al igual que la población que vivía en los alrededores. Los efectos de salud reportados incluyen ronquera, vértigo, náuseas, problemas respiratorios, irritación de la piel, dolor de cabeza e irritación ocular y nasal (7). La población estuvo expuesta mientras trataban de rescatar a vecinos y amigos de edificios derrumbados. Los hospitales y las clínicas locales se repletaron de personas gravemente heridas. No pudieron proporcionar el tratamiento adecuado a las personas expuestas químicamente, en parte porque la falta de telecomunicaciones significaba que los expertos en la instalación de AKSA no podían ser contactados para consultarles acerca de la toxicidad del acrilonitrilo y el manejo de la exposición.

La producción de las estaciones ubicadas cerca de la planta fue recolectada y posteriormente destruida. La contaminación ambiental requirió 5 años de tratamiento continuo para la recuperación. Los impactos a largo plazo sobre la salud no se conocen; sin embargo, se han expresado inquietudes sobre un posible aumento de cánceres (7).

Este terremoto generó otros eventos Natech. Hubo varios incendios, incluido uno en un parque de tanques de nafta que tardó cuatro días en extinguirse. En una planta de fertilizantes cerca del tanque, los trabajadores deliberadamente abrieron las válvulas de los tanques de almacenamiento de amoníaco para evitar una posible explosión debido a la acumulación de presión, liberando una gran cantidad de amoníaco en el aire (7).

REFERENCIAS

1. Gates AE, Ritchie D. Encyclopedia of earthquakes and volcanoes, 3rd edition. New York: Facts On File Inc; 2007.
2. Krausmann E, Renzi E, Campedel M, Cozzani V. Industrial accidents triggered by earthquakes, floods and lightning: lessons learned from a database analysis. *Natural Hazards*. 2011;59:285–300. doi: 10.1007/s11069-011-9754-3.
3. Doocy S, Daniels A, Packer C, Dick A, Kirsch TD. The human impact of earthquakes: a historical review of events 1980–2009 and systematic literature review. *PLoS Currents Disasters*. 2013 Apr 16; Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.67bd14fe457f1db0b5433a8ee20fb833 (<http://currents.plos.org/disasters/article/the-human-impact-of-earthquakes-from-1980-2009-a-historical-review-of-events-1980-2009-and-systematic-literature-review/>, accessed 7 July 2017).
4. Measurement of an earthquake through its magnitude. En: Seismology Research Centre [website]. Victoria: Seismology Research Centre; 2017 (<http://www.src.com.au/earthquake-size/>, accessed 7 July 2017).
5. The Modified Mercalli Intensity Scale. En: Earthquakes Hazard Program, US Geological Survey [website]. Reston (VA): US Geological Survey; 2017 (<http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/mercalli.php>, accessed 7 July 2017).
6. Young S, Balluz L, Malilay J. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. *Science of the Total Environment*. 2004;322(1–3):3–20 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00446-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00446-7), accessed 7 July 2017).
7. Girgin S. The Natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2011;11:1129–40. doi:10.5194/nhess-11-1129-2011 (<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/1129/2011/nhess-11-1129-2011.pdf>, accessed 7 July 2017).
8. Lindell MK, Perry RW. Hazardous materials releases in the Northridge earthquake: implications for seismic risk assessment. *Risk Analysis*. 1997;17:147–56. doi: 10.1111/j.1539-6924.1997.tb00854.x.
9. Cruz AM, Steinberg LJ, Vetere Arellano AL, Nordvik J-P, Pisano F. State of the art in Natech risk management. Ispra: European Commission Joint Research Centre; 2004 (EC JRC, UN ISDR EUR 21292 EN; http://www.unisdr.org/files/2631_FinalNatechStateofthe20Artcorrected.pdf, accessed 7 July 2017).
10. Krausmann E, Cruz AM, Salzano E. Natech risk assessment and management: reducing the risk of natural-hazard impact on hazardous installations. Amsterdam: Elsevier; 2017.
11. Steinberg LJ, Cruz AM, Vardar-Sukan F, Ersoz Y. Risk management practices at industrial facilities during the Turkey earthquake of August 17, 1999: case study report, 2001. En: Proceedings of the First Annual IIASA-DPRI Meeting “Integrated disaster risk management: reducing socio-economic vulnerability”, IIASA, Luxembourg, Austria, 1–4 August, 2000 (<http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/RMS/dpri2001/Papers/Cruz0602.pdf>, accessed 7 July 2017).
12. Bridgman, Stephen A. Lessons learnt from a factory fire with asbestos-containing fallout. *Journal of Public Health*. 1999;21(2):158–65 (<http://jpubhealth.oxfordjournals.org/content/21/2/158.full.pdf>, accessed 7 July 2017).
13. A brief guide to asbestos in emergencies: safer handling & breaking the cycle. Geneva: Shelter Centre and ProAct Network; 2009 (<http://www.humanitarianlibrary.org/resource/brief-guide-asbestos-emergencies-safer-handling-breaking-cycle-0>, accessed 7 July 2017).

-
14. Shrubsole D. Natural disasters and public health issues: a review of the literature with a focus on the recovery period. Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR) Research Paper Series No. 4. Toronto: ICLR; 1999 (http://www.iclr.org/images/Natural_Disasters_and_Public_Health_Issues.pdf, accessed 7 July 2017).
 15. Iqbal S, Clower JH, Hernandez SA, Damon SA, Yip FY. A review of disaster-related carbon monoxide poisoning: surveillance, epidemiology, and opportunities for prevention. *American Journal of Public Health*. 2012;102(10):1957–63. doi: 10.2105/AJPH.2012.300674 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3490658/pdf/AJPH.2012.300674.pdf>, accessed 7 July 2017).
 16. Hasegawa A, Ohira T, Maeda M, Yasumura S, Tanigawa K. Emergency responses and health consequences after the Fukushima accident: evacuation and relocation. *Clinical Oncology*. 2016;28:237–44 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0936655516000054>, accessed 7 July 2017).
 17. Flash environmental assessment tool (FEAT 2.0): pocket guide. Geneva: United Nations Environment Programme/Office for the Coordination of Humanitarian Affairs Joint Unit; 2017 (<http://www.eecentre.org/?p=1596>, accessed 7 July 2017).

ANEXO B

EMISIONES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ASOCIADAS CON INUNDACIONES

¿Qué es una inundación?

Las inundaciones son el evento de peligro natural más común y son la principal causa de muertes por desastres en todo el mundo (1). La frecuencia de las grandes inundaciones está aumentando como consecuencia del cambio climático, la urbanización y otros factores (2, 3). Una inundación es una situación temporal en la que normalmente la tierra seca se cubre de agua, por ejemplo, como resultado de lo siguiente (1, 2).

- Poco a poco, las aguas interiores se elevan, como ríos, lagos y aguas subterráneas, debido a las fuertes lluvias o al deshielo.
- La acumulación de agua en la superficie debido a la precipitación prolongada que resulta en la acumulación de agua y el aumento del nivel freático sobre la superficie.
- La rotura de una represa o un dique.
- Crecidas de corta duración como resultado de fuertes lluvias en una tormenta o una liberación de una represa. Esto se conoce como crecida y es particularmente destructiva en un terreno inclinado donde el agua fluye muy rápidamente.
- Inundaciones costeras causadas por un ciclón tropical, una tormenta o un maremoto.

Algunas áreas son particularmente propensas a inundaciones, por ejemplo, llanuras costeras bajas y ríos alledaños. Los desbordes de los ríos suelen ser estacionales. La gravedad del peligro presentado por una inundación está influenciada por la altura del agua, la velocidad de flujo y la velocidad de aumento, la duración de la inundación y la estación (4).

Factores de riesgo de la emisión de sustancias químicas

Un análisis de eventos pasados sugiere que los tanques de almacenamiento y las tuberías son particularmente vulnerables al daño por inundaciones (5). Además, hay una serie de factores que aumentan la vulnerabilidad de un área a la emisión de sustancias químicas y al daño a la salud durante las inundaciones, incluidos (1, 3):

- regulaciones de planificación y construcción inadecuadas;
- ubicación de instalaciones industriales en áreas propensas a inundaciones;
- estructuras que no son resistentes a inundaciones;
- terreno con poca capacidad para absorber la lluvia, por ejemplo, debido a la erosión, la deforestación o revestimientos impermeables como el hormigón;
- sistemas de advertencia inadecuados;
- medidas de seguridad o planificación de emergencia inadecuadas;
- alta densidad de población alrededor de sitios industriales;
- falta de conciencia pública sobre los riesgos de inundación.

Una inundación puede aumentar los riesgos al reducir la capacidad de respuesta de las siguientes maneras (6, 7).

- Los daños a los equipos de emergencia en el lugar obstaculizarán la respuesta, al igual que el daño a la infraestructura esencial, como el suministro de energía, el suministro de agua y las telecomunicaciones.
- Es posible que el personal externo de respuesta a emergencias y otros recursos no estén disponibles, ya que pueden estar ocupados lidiando con las consecuencias de la inundación.
- La emisión de materiales peligrosos puede dificultar las operaciones de búsqueda y rescate.

Los planes de respuesta a emergencias de sitios industriales deben incluir escenarios de inundación, de modo que los trabajadores y los gerentes estén preparados para las condiciones específicas que agravan una situación de emergencia durante y después de una inundación.

Mecanismos de emisión de sustancias químicas

Las inundaciones crecientes pueden desplazar y volcar tanques de almacenamiento de sustancias químicas y romper tuberías y oleoductos. Los tambores de sustancias químicas pueden ser levantados y transportados en la inundación. Pueden dañarse por colisiones y liberar sus contenidos. Las sustancias químicas liberadas pueden mezclarse y reaccionar con el agua, generando potencialmente productos tóxicos de reacción o un riesgo de incendio o explosión (5). Cuando se liberan hidrocarburos inflamables en las crecidas, la ignición puede provocar incendios de tipo charco. Estas son

llamas flotantes sobre un charco horizontal de hidrocarburos vaporizados y pueden llevar un incendio a nuevas fuentes de material inflamable o hacia áreas residenciales (8). Son un riesgo particular en los depósitos de almacenamiento o las refinerías de productos derivados del petróleo (véase el **Recuadro B1**).

Los daños al suministro de energía pueden causar alteraciones en el proceso y afectar las medidas de seguridad, como los monitores de temperatura y presión y las válvulas de control, lo que puede provocar reacciones químicas incontrolables y purga. Las inundaciones de los sistemas internos de drenaje de las plantas pueden liberar residuos de petróleo u otros residuos químicos si no se segregan de los sistemas de drenaje de aguas superficiales. Las minas abandonadas, como las minas de carbón, pueden inundarse, liberando agua ácida con ácido sulfúrico procedente de la oxidación de sulfuros al exponer el agua al aire (11). Las represas de relave que contienen residuos mineros pueden reventar bajo la presión del agua, liberando residuos y lodo altamente tóxicos (4).

La inundación de un área con agua puede provocar la emisión de sustancias químicas de otras maneras (2, 11). En las áreas rurales, la escorrentía de las áreas inundadas puede acarrear suelos erosionados con fertilizantes, herbicidas e insecticidas. La escorrentía de autopistas, carreteras y puentes puede contener metales pesados, hidrocarburos de petróleo e hidrocarburos aromáticos policíclicos. La escorrentía de vertederos inundados puede contener una serie de sustancias químicas tóxicas, dependiendo de lo que se almacenó en el lugar (12).

Las sustancias químicas en las aguas de inundación pueden contaminar las fuentes de agua potable y, a medida que retroceden las aguas de inundación, pueden depositarse en tierras de cultivo y en edificios como casas y escuelas. Las tierras de cultivo contaminadas pueden permanecer no aptas para uso agrícola durante muchos años (3).

El **Recuadro B2** describe la contaminación del suelo por la escorrentía de las autopistas, además de las emisiones tóxicas de una fábrica de sustancias químicas durante las inundaciones de 2002 en la República Checa.

Impactos potenciales en la salud humana

Las sustancias químicas liberadas después de una inundación pueden causar efectos tóxicos dérmicos, respiratorios y sistémicos luego de la exposición directa de las víctimas y los rescatistas. Los efectos tóxicos y las lesiones también pueden ser el resultado de la contaminación ambiental, los incendios y las explosiones. El público en general, los rescatistas y las personas involucradas en las operaciones de limpieza pueden estar expuestos a una serie de peligros, que pueden dividirse en aquellos relacionados con las sustancias químicas y aquellos que no están relacionados (12, 16). Los ejemplos se dan a continuación.

Relacionados con sustancias químicas

- Quemaduras por incendios y exposición a sustancias químicas corrosivas (formación de vapores tóxicos y/o inflamables al reaccionar las sustancias químicas liberadas con las aguas de la inundación).

RECUADRO B1. REFINERÍA MOHAMMEDIA, MARRUECOS, NOVIEMBRE DE 2002

En noviembre de 2002, intensas lluvias azotaron la parte occidental y central de Marruecos provocando importantes inundaciones. Se reportaron numerosas muertes y personas desaparecidas. La región de Mohammedia, en la costa oeste de Marruecos, entre Casablanca y Rabat, fue la que más sufrió; las zonas industriales, así como el aeropuerto, se vieron muy afectados por las inundaciones. En la refinería de petróleo de Mohammedia, los residuos de petróleo en el sistema de drenaje se elevaron por la inundación que alcanzó una altura de 1 m en la refinería. Los residuos de petróleo se distribuyeron por toda la refinería con las aguas de inundación. Este petróleo flotante se incendió al entrar

en contacto con partes calientes de los equipos de la refinería, causando incendios de tipo charco y explosiones. La planta de energía termoeléctrica, parte del complejo de la refinería, se destruyó. Dos personas murieron en la explosión y cuatro personas resultaron heridas. Como resultado, la refinería cerró durante varios meses después del accidente para su reparación y limpieza. Después de la inundación, al país le faltaba combustible, porque esta refinería era el principal procesador de petróleo crudo con una producción anual de 8 millones de toneladas (5, 9, 10).

- Lesión en el tracto respiratorio por inhalación de gases irritantes, incluidos productos de combustión.
- Intoxicación por exposición a sustancias químicas tóxicas derramadas y el consumo de alimentos o agua contaminados. Sin embargo, dependiendo de la velocidad, el volumen y el caudal de las aguas de inundación, el riesgo de exposición a sustancias químicas puede reducirse por dilución en el agua.
- Intoxicación por monóxido de carbono resultante del uso incorrecto de generadores a combustible para electricidad, barbacoas, braseros o cubos de carbón o carbón para calefacción y cocina, o bombas y deshumidificadores a gasolina para secar habitaciones inundadas (1, 2, 17).
- Lesiones e intoxicaciones en trabajadores involucrados en el rescate y la limpieza, incluida la exposición excesiva a plaguicidas utilizados para el control de vectores y roedores.

No relacionados con sustancias químicas

- Ahogo.
- Hipotermia por inmersión en agua a menos de 24 °C.
- Mordeduras y picaduras venenosas de animales desplazados (1).

- Lesiones y muertes como resultado de escombros flotantes. Las lesiones también pueden ocurrir durante las etapas de rescate y limpieza, por ejemplo, al cortar y mover escombros caídos.
- Consecuencias de la evacuación, por ejemplo, mayor riesgo de enfermedades infecciosas en los sitios de evacuación, exacerbación de problemas de salud preexistentes durante la transferencia del paciente, saturación de las instalaciones de atención de salud que reducen la capacidad de proporcionar un tratamiento adecuado, problemas potenciales con el suministro de agua y saneamiento, etc. (18).
- Efectos psicosociales, incluido el trastorno de estrés postraumático (16, 19).

Se informaron problemas de salud relacionados con sustancias químicas después de las inundaciones en Sandhurst (Reino Unido) en 2000 (véase el **Recuadro B3**).

Consideraciones de respuesta y recuperación

Las Secciones 5.3 y 5.4 (documento principal) describen con más detalle el papel del sector de la salud en las etapas de respuesta y recuperación. La información resumida se proporciona aquí.

RECUADRO B2. REPÚBLICA CHECA, AGOSTO DE 2002

En agosto de 2002, una tormenta con intensas lluvias persistentes afectó Europa central, seguida rápidamente por una segunda tormenta que afectó gravemente a la República Checa. Después de una semana de intensas lluvias, con aproximadamente el triple de precipitaciones promedio de agosto, el Elba y varios otros ríos se desbordaron. Cientos de pueblos y aldeas quedaron completamente inundados, 220.000 personas fueron evacuadas y se reportaron 19 muertos (13, 14). En total, 3,2 millones de personas se vieron afectadas por las inundaciones y los daños financieros se estimaron en 2 a 3 mil millones de euros. Los datos recopilados por la Inspección del Medio Ambiente mostraron que hubo al menos 20 accidentes asociados con la emisión de sustancias peligrosas (14). Lo más grave fue la contaminación de una fábrica de sustancias químicas en Neratovice, ubicada al norte de Praga junto al río

Elba. Además del petróleo y otras sustancias químicas producidas por la planta, se liberaron 80 toneladas de cloro en el aire y en las aguas de inundación. Las comparaciones de las muestras de agua de río y de sedimentos antes y después de la inundación revelaron un aumento significativo de las concentraciones de mercurio y dioxinas en el agua y los sedimentos, especialmente alrededor de Neratovice. Las investigaciones también revelaron que las aguas de las inundaciones habían arrastrado microcontaminantes tóxicos de calles y caminos (15).

Una encuesta realizada en un distrito reveló que el 46% de las personas sintió un deterioro en su salud durante la inundación y el 39% en las seis semanas posteriores a la inundación. Esta sensación de deterioro de la salud persistió 1 año después de la inundación en el 73% de la población (14).

Evaluación de riesgos

- i. Obtenga información sobre sitios potencialmente peligrosos, incluidos vertederos, a fin de evaluar los riesgos para la salud y determinar las medidas apropiadas de gestión de riesgos.
- ii. Identifique las sustancias químicas implicadas en el accidente: verifique si hay un inventario disponible, por ejemplo, en el plan de emergencia del sitio; si no, use la *Herramienta de evaluación ambiental rápida (21)* (véase también el **Anexo D Fuentes de información adicional**). Busque etiquetas con información sobre riesgos (véase el **Anexo E Ejemplos de advertencias de peligro**).
- iii. Reúna y considere cualquier información clínica disponible de individuos expuestos, ya que esto puede ayudar a identificar algunas sustancias químicas o grupos químicos.
- iv. Si es factible, organice la recolección y el análisis de muestras ambientales (aire, suelo, agua, cultivos) para identificar y cuantificar la contaminación por sustancias químicas.
- v. Evalúe la posibilidad de contaminación de fuentes de agua potable y alimentos.

RECUADRO B3. SANDHURST, GLOUCESTERSHIRE, REINO UNIDO, NOVIEMBRE DE 2000

El 30 de octubre de 2000 se produjo un incendio, posiblemente provocado por rayos o viento, en una empresa de gestión y reciclaje de residuos en Sandhurst, Gloucestershire, Reino Unido. Debido a pequeñas explosiones y la intensidad del incendio, el servicio de bomberos no pudo acercarse al sitio durante varias horas. Además, el accidente ocurrió durante una tormenta con fuertes vientos e intensas lluvias, lo que dificultó el acceso al sitio por parte del servicio de bomberos. Las personas que vivían cerca del sitio fueron evacuadas hasta que el incendio se extinguió más tarde en la noche. El fuego consumió toneladas de sustancias químicas peligrosas como cianuro, pesticidas, solventes y asbesto contenidos en los tambores.

Después de la continua e intensa lluvia, el Río Severn se desbordó, inundando el sitio de gestión de residuos hasta una profundidad de 2,4 m de agua. Se informó que se habían liberado sustancias químicas del sitio en las aguas de inundación. La gente fue evacuada una vez más por la preocupación de que sus casas estuvieran químicamente contaminadas. La inundación hizo que el sitio fuera inaccesible por varios días, impidiendo la rápida eliminación de materiales tóxicos. Las graves inundaciones continuaron amenazando el sitio hasta

finales de noviembre y el área se inundó nuevamente en diciembre. La limpieza de todos los materiales no pudo comenzar antes de que el agua retrocediera.

Debido a una gran cantidad de enfermedades reportadas durante los días posteriores al incendio y la inundación, las autoridades locales de salud llevaron a cabo encuestas de salud para evaluar el impacto del incidente en la comunidad. Los efectos sobre la salud informados por los residentes locales incluyeron dolor de garganta, picazón en los ojos y dificultad para respirar, pero estos síntomas se resolvieron unas semanas después del incidente y ningún paciente fue hospitalizado. Las autoridades de salud declararon que no había evidencia de efectos a largo plazo en la salud pública ni riesgos de contaminación de los alimentos. La mayor preocupación entre los residentes era que sus casas habían sido contaminadas por sustancias químicas, por lo tanto, las autoridades locales recolectaron muestras de aire, agua de inundación y barro y las analizaron para detectar diferentes sustancias químicas. Se observaron vestigios de sustancias químicas pero no se encontró contaminación significativa (11, 20).

Prevención de la exposición

- i. Con base en las evaluaciones de riesgos, brinde asesoramiento, según corresponda, a la defensa civil, los bomberos u otro servicio designado sobre la necesidad de:
 - medidas de contención
 - restricciones de acceso a sitios contaminados
 - equipos de protección personal (EPP)
 - avisos de refugio en el lugar o de evacuación para las comunidades afectadas.
- ii. Asegúrese de que las personas involucradas en las operaciones de limpieza y rescate estén adecuadamente equipadas con EPP y estén al tanto de la posibilidad de derrames químicos.
- iii. Organice las instalaciones para descontaminar individuos expuestos químicamente.
- iv. Proporcione información completa al público en general en relación con las medidas de precaución (véase “Comunicación de riesgos y crisis” más adelante).

Evaluación médica y manejo

- i. Asegúrese de que las personas expuestas químicamente sean descontaminadas antes de ingresar a la instalación de atención de salud.
- ii. Asegúrese de que el personal de salud siga los procedimientos para usar EPP cuando se trata de víctimas contaminadas químicamente.
- iii. Lleve a cabo el protocolo de intervención y la evaluación de los pacientes. Tenga en cuenta que las lesiones o la intoxicación por sustancias químicas pueden combinarse con lesiones traumáticas.
- iv. Obtenga asesoramiento sobre el manejo de la exposición química de un centro de información toxicológica, si está disponible.
- v. Proporcione tratamiento médico específico (por ejemplo, tratamiento antidótico) según sea necesario.
- vi. Considere la necesidad de recolectar muestras biológicas de individuos expuestos químicamente (incluidos los equipos de emergencia) para identificar y, de ser posible, cuantificar la exposición.

vii. Registre a todas las personas expuestas y garantice la documentación adecuada y el mantenimiento de registros en caso de que haya necesidad de un seguimiento a largo plazo.

viii. Asegúrese de que después de la primera respuesta, se tomen medidas en la etapa de recuperación para evitar los efectos químicos indirectos y las exposiciones a largo plazo. Proporcione atención de salud mental y apoyo psicosocial para las comunidades afectadas.

Comunicación de riesgos y crisis

Proporcione información, actualizada según sea necesario, al público, a los equipos de emergencia y a quienes toman decisiones sobre los peligros de las sustancias químicas y de otro tipo que surjan del evento. Asegúrese de que el público esté informado sobre:

- el evento o los eventos Natech
- quién está a cargo
- qué se está haciendo
- la naturaleza y los peligros de las sustancias químicas implicadas
- qué deben hacer las personas para protegerse a sí mismas y a sus familias
- cuándo buscar atención médica
- cómo obtener más información.

Algunos temas específicos de protección de la salud incluyen:

- avisos de alimentos y agua, en caso de contaminación
- prevención de la intoxicación por monóxido de carbono
- precauciones durante la limpieza, por ejemplo, uso de equipo de protección personal, uso seguro de equipo de corte, manejo de asbesto cemento, etc.
- peligros potenciales en casas dañadas por inundaciones.

REFERENCIAS

1. Doocy S, Daniels A, Murray S, Kirsch TD. The human impact of floods: a historical review of events 1980–2009 and systematic literature review. *PLoS Currents Disasters*. 2013 April 16; Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.f4deb457904936b07c09daa98ee8171a (<http://currents.plos.org/disasters/article/the-human-impact-of-floods-a-historical-review-of-events-1980-2009-and-systematic-literature-review/>, accessed 7 July 2017).
2. Menne B, Murray V. Floods in the WHO European Region, health effects and their prevention. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/189020/e96853.pdf, accessed 7 July 2017).
3. OECD Studies in risk management: Italy – Industrial hazards triggered by floods. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development; 2006 (<https://www.oecd.org/italy/36099995.pdf>, accessed 7 July 2017).
4. Krausmann E, Mushtaq F. A qualitative Natech damage scale for the impact of floods on selected industrial facilities. *Natural Hazards*. 2008;46:179–97. doi: 10.1007/s11069-007-9203-5.
5. Cozzani V, Campedel M, Renni E, Krausmann E. Industrial accidents triggered by flood events: analysis of past accidents. *Journal of Hazardous Materials*. 2010;175:501–9.
6. Krausmann E, Cruz AM, Salzano E. Natech risk assessment and management: reducing the risk of natural-hazard impact on hazardous installations. Amsterdam: Elsevier; 2017.
7. Cruz AM, Steinberg LJ, Vetere Arellano AL, Nordvik J-P, Pisano F. State of the art in Natech risk management. Ispra: European Commission Joint Research Centre; 2004 (EC JRC, UN ISDR EUR 21292 EN; http://www.unisdr.org/files/2631_FinalNatechStateofthe20Artcorrected.pdf, accessed 7 July 2017).
8. Hamins A, Kashiwagi T, Burch RR. Characteristics of pool fire burning. ASTM special technical publication 1284. 1996. pp 15–41 (<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire96/PDF/f96068.pdf>, accessed 7 July 2017).
9. Vallee A, Affeltranger B, Duval C. Flooding of industrial facilities. Vulnerability reduction in practice. En: Suter G, De Rademaeker E. 13th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industry, June 2010, Bruges, Belgium. Antwerpen: Technologisch Instituut; 2010. pp 389–96. (<https://hal.archives-ouvertes.fr/ineris-00973563/document>, accessed 7 July 2017).
10. Morocco – floods. OCHA Situation Report No. 1. 28 November 2002. En: Reliefweb [website]. Geneva: United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs; 2002 (<http://reliefweb.int/report/morocco/morocco-floods-ocha-situation-report-no-1>, accessed 7 July 2017).
11. Euripidou E, Murray V. Public health impacts of floods and chemical contamination. *Journal of Public Health*. 2004;26(4):376–83 (<http://jpubhealth.oxfordjournals.org/content/26/4/376.full.pdf>, accessed 7 July 2017).
12. Young S, Balluz L, Malilay J. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. *Science of the Total Environment*. 2004;322(1–3):3–20 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00446-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00446-7), accessed 7 July 2017).
13. Sercl P, Stehlik J. The August 2002 flood in the Czech Republic. Abstract No 12404, EGS-AGU-EUG Joint Assembly, Nice, France; 6–11 April 2003 (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2003EAEJA....12404S>, accessed 7 July 2017).

14. August 2002 catastrophic flood in the Czech Republic. Prague: Ministry of Environment of the Czech Republic; 2004 ([http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/E80DF4F3457EE6ABC12570B6004D6EF4/\\$file/flood_2002.pdf](http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/E80DF4F3457EE6ABC12570B6004D6EF4/$file/flood_2002.pdf), accessed 7 July 2017).
15. Chour V. August 2002 flood events in the Czech Republic – Some evidence on the extent of pollution diffused during the flood. Diffuse Pollution Conference, Dublin; 2003 (http://www.ucd.ie/dipcon/docs/theme09/theme09_02.PDF, accessed 7 July 2017).
16. Shrubsole D. Natural disasters and public health issues: a review of the literature with a focus on the recovery period. Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR) Research Paper Series No. 4. Toronto: ICLR; 1999 (http://www.iclr.org/images/Natural_Disasters_and_Public_Health_Issues.pdf, accessed 7 July 2017).
17. Waite T, Murray V, Baker D. Carbon monoxide poisoning and flooding: changes in risk before, during and after flooding require appropriate public health interventions. *PLoS Currents Disasters*. 2014 July 3; Edition 1. doi: 0.1371/currents.dis.2b2eb9e15f9b982784938803584487f1 (<http://currents.plos.org/disasters/article/carbon-monoxide-poisoning-and-flooding-changes-in-risk-before-during-and-after-flooding-require-appropriate-public-health-interventions/>, accessed 20 September 2017).
18. Hasegawa A, Ohira T, Maeda M, Yasumura S, Tanigawa K. Emergency responses and health consequences after the Fukushima accident: evacuation and relocation. *Clinical Oncology*. 2016;28:237–44 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0936655516000054>, accessed 7 July 2017).
19. Stanke C, Murray V, Amlôt R, Nurse J, Williams R. The effects of flooding on mental health: outcomes and recommendations from a review of the literature. *PLoS Currents Disasters*. 2012 May 30; Edition 1. doi: 10.1371/4f9f1fa9c3cae (<http://currents.plos.org/disasters/article/the-effects-of-flooding-on-mental-health-outcomes-and-recommendations-from-a-review-of-the-literature/>, accessed 29 September 2017).
20. Report for the Deputy Prime Minister the Right Hon John Prescott MP into the major fire on 30 October 2000 at Cleansing Service Group Ltd, Sandhurst. London: Health and Safety Executive; 2001 (<http://www.hse.gov.uk/chemicals/sandhurst.pdf>, accessed 7 July 2017).
21. Flash environmental assessment tool (FEAT 2.0): pocket guide. Geneva: United Nations Environment Programme/Office for the Coordination of Humanitarian Affairs Joint Unit; 2017 (<http://www.eecentre.org/?p=1596>, accessed 7 July 2017).

ANEXO C

EMISIONES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ASOCIADAS CON CICLONES

¿Qué es un ciclón?

Ciclón, huracán y tifón son nombres regionales específicos para un sistema meteorológico de baja presión sobre aguas tropicales o subtropicales caracterizado por tormentas eléctricas, lluvias torrenciales y vientos fuertes (1, 2). Se predice que la intensidad de los ciclones aumentará como consecuencia del cambio climático (3).

Los ciclones se clasifican además según la velocidad y ubicación del viento (1, 2):

- depresión tropical: velocidad sostenida del viento de 63 km/h o menos;
- tormenta tropical: velocidad máxima sostenida del viento que varía de 63 a 117 km/h;
- huracán, tifón, ciclón tropical grave, tormenta ciclónica grave o ciclón tropical (nomenclatura dependiente de la cuenca oceánica): un sistema climático tropical intenso con vientos sostenidos de al menos 119 km/h.

Los huracanes se pueden clasificar de acuerdo con su velocidad sostenida del viento usando la Escala de Saffir-Simpson para Huracanes, que abarca de 1 a 5. Un huracán de categoría 1 tiene velocidades de viento de 119 a 153 km/h y ocasionará daños. Un huracán de categoría 5 tiene velocidades de viento superiores a 252 km/h y provocará daños catastróficos (4).

Las estaciones típicas para este fenómeno meteorológico son las siguientes (2):

- tifones en la región occidental del Pacífico Norte: mayo a noviembre;
- huracanes en América y el Caribe: junio a noviembre, alcanzando su punto máximo en agosto y septiembre;
- ciclones en el Pacífico Sur y Australia: noviembre a abril;

- ciclones tropicales en la Bahía de Bengala y el Mar Árabe: abril a junio y septiembre a noviembre;
- ciclones tropicales en la costa este de África: noviembre a abril.

Los ciclones pueden tener cientos de kilómetros de ancho y pueden traer vientos destructivos, tormentas, inundaciones, rayos y, ocasionalmente, tornados (2).

Una tormenta es el aumento anormal del agua generada por los fuertes vientos. Las tormentas y las olas pueden causar extensos daños a lo largo de la costa afectada. Además, una tormenta puede viajar varios kilómetros a lo largo de ríos y estuarios (5).

Factores de riesgo de la emisión de sustancias químicas

El análisis de eventos pasados sugiere que las refinerías de petróleo y otras instalaciones peligrosas son susceptibles a fuertes vientos, tornados, inundaciones y rayos que conducen a la emisión de sustancias químicas peligrosas (6, 7). Los ciclones también pueden causar daños importantes a la infraestructura que dificultarán la respuesta.

Entre los factores que aumentan el riesgo de una emisión de sustancias químicas y daños a la salud durante o después de un ciclón se incluyen los siguientes (8, 9):

- regulaciones de planificación y construcción inadecuadas;
- ubicación de instalaciones de almacenamiento industrial y químico en zonas costeras;
- estructuras vulnerables a daños por tormentas y rayos;
- medidas de seguridad o planificación de emergencia inadecuadas;
- sistemas de advertencia inadecuados;
- alta densidad de población alrededor de sitios industriales;
- falta de conciencia pública sobre los ciclones y los riesgos de inundación.

Un ciclón puede aumentar los riesgos al reducir la capacidad de respuesta de las siguientes maneras (7, 10).

- Las actividades de respuesta son imposibles hasta que las tormentas hayan disminuido lo suficiente como para permitir un movimiento seguro.
- Los daños a los equipos de emergencia en el lugar obstaculizarán la respuesta, al igual que el daño a la infraestructura esencial, como el suministro de energía, el suministro de agua y las telecomunicaciones.
- Es posible que el personal externo de respuesta a emergencias y otros recursos no estén disponibles, ya que pueden estar ocupados lidiando con las consecuencias del ciclón.
- La emisión de materiales peligrosos puede dificultar las operaciones de búsqueda y rescate.

Mecanismos de emisión de sustancias químicas

Los ciclones pueden provocar una emisión de sustancias químicas en una variedad de formas (11, 12). Los fuertes vientos y tornados pueden dañar directamente los edificios y las estructuras en las instalaciones de sustancias químicas volcando tanques de almacenamiento y dislocando tuberías y las conexiones entre las unidades de almacenamiento y procesamiento. Estos vientos de gran fuerza también pueden lanzar objetos como ramas de árboles y techos al aire y dentro de los recipientes de almacenamiento y las tuberías (6). Las sustancias químicas tóxicas gaseosas emitidas de tanques de almacenamiento perforados o rotos pueden dispersarse por áreas pobladas o se pueden disolver en el agua de lluvia para producir lluvia tóxica o corrosiva (6).

Los vientos fuertes y las olas potentes pueden dañar los buques de carga y los petroleros, ya sea directa o indirectamente a través de la colisión con las rocas. Esto puede liberar sustancias químicas en el mar que luego pueden ser arrastradas hasta la orilla. En el caso de los hidrocarburos que flotan en el agua, estos pueden dispersarse hasta la orilla en forma de rocío fino. Como ejemplo, durante el tifón Haiyan en 2013, que afectó gravemente a Filipinas, una barcaza de potencia se desprendió de sus amarras, llegó a la orilla y se rompió, liberando aproximadamente 800.000 litros de combustible líquido en el mar. La mayor parte del petróleo fue arrastrado hasta la orilla y contaminó muchos kilómetros de costa (13; véase el **Recuadro C1**).

Las inundaciones causadas por lluvias intensas y vientos huracanados pueden desplazarse y volcar tanques de almacenamiento de sustancias químicas y romper tuberías. Los tambores de sustancias químicas pueden ser levantados y transportados en la inundación. Pueden dañarse por colisiones y liberar sus contenidos. Las sustancias químicas liberadas pueden mezclarse y reaccionar con el agua, generando potencialmente productos tóxicos de reacción o un riesgo de incendio o explosión (14). Cuando se liberan hidrocarburos inflamables en las crecidas, la ignición puede provocar incendios de tipo charco. Estas son llamas flotantes sobre un charco horizontal de hidrocarburos vaporizados y pueden llevar un incendio a nuevas fuentes de materiales inflamables o hacia áreas residenciales (15). Son un riesgo particular en los depósitos de almacenamiento o las refinerías de productos derivados del petróleo.

Las inundaciones de los sistemas internos de drenaje de las plantas pueden liberar residuos de petróleo u otros residuos químicos si no se segregan de los sistemas de drenaje de aguas superficiales. La escorrentía de áreas inundadas puede acarrear sustancias químicas tales como tierra erosionada con fertilizantes, herbicidas y plaguicidas (en una zona de captación rural), o metales pesados, hidrocarburos de petróleo e hidrocarburos aromáticos policíclicos (escorrentía de carreteras, autopistas y puentes) (16, 17).

Los rayos pueden golpear directamente las estructuras y los tanques de almacenamiento que contienen materiales inflamables, causando incendios o explosiones (6, 18). Las instalaciones de petróleo y gas son particularmente vulnerables. Los rayos también pueden alterar los circuitos eléctricos y los sistemas de control de seguridad, generando la emisión de sustancias químicas (18).

Los daños generales al suministro de energía pueden causar alteraciones en el proceso y afectar las medidas de seguridad, como los monitores de temperatura y presión y las válvulas de control, lo que puede provocar reacciones químicas incontrolables y purga.

Impactos potenciales en la salud humana

Los ciclones, cuando llegan a tierra, pueden provocar lluvias intensas, vientos fuertes y olas grandes. El público en general, los rescatistas y las personas involucradas en las operaciones de limpieza pueden estar expuestos a una serie de peligros, que pueden dividirse en aquellos relacionados con las sustancias químicas y aquellos que no están relacionados (9, 19). Los ejemplos se dan a continuación.

Relacionados con sustancias químicas

- Quemaduras por incendios y exposición a sustancias químicas corrosivas (formación de vapores tóxicos y/o inflamables al reaccionar las sustancias químicas liberadas con las aguas de la inundación).
- Lesión en el tracto respiratorio por inhalación de gases irritantes, incluidos productos de combustión y fibras (por ejemplo, del aislamiento de asbesto y fibra de vidrio dañado).
- Intoxicación por exposición a sustancias químicas tóxicas derramadas y el consumo de alimentos o agua contaminados. Dependiendo de la velocidad, el volumen y el caudal de las aguas de inundación, el riesgo de exposición a sustancias químicas puede reducirse por dilución en el agua.
- Intoxicación por monóxido de carbono resultante del uso incorrecto de generadores a combustible para electricidad, barbacoas, braseros o cubos de carbón o carbón para calefacción y cocina, o bombas y deshumidificadores a gasolina para secar habitaciones inundadas (16, 20, 21).
- Lesiones e intoxicaciones en trabajadores involucrados en el rescate y la limpieza, incluida la exposición excesiva a plaguicidas utilizados para el control de vectores y roedores.

No relacionados con sustancias químicas

- Ahogo.
- Electrocutación, rayos.
- Hipotermia por inmersión en agua a menos de 24 °C.
- Mordeduras y picaduras venenosas de animales desplazados (21).
- Lesiones y muertes como resultado de escombros voladores, caídos y flotantes. Las lesiones también pueden ocurrir durante las etapas de rescate y limpieza, por ejemplo, al cortar y mover escombros caídos.
- Consecuencias de la evacuación, por ejemplo, mayor riesgo de enfermedades infecciosas en los sitios de evacuación, exacerbación de problemas de salud preexistentes durante la transferencia del paciente, saturación de las instalaciones de atención de salud con la consiguiente incapacidad

para proporcionar un tratamiento adecuado, problemas potenciales con el suministro de agua y saneamiento, etc. (22).

- Enfermedades diarreicas, transmitidas por vectores y roedores.
- Efectos psicosociales, incluido el trastorno de estrés postraumático (16, 19).

Consideraciones de respuesta y recuperación

Las Secciones 5.3 y 5.4 (documento principal) describen con más detalle el papel del sector de la salud en las etapas de respuesta y recuperación. La información resumida se proporciona aquí.

Evaluación de riesgos

- Obtenga información sobre sitios potencialmente peligrosos, incluidos vertederos, a fin de evaluar los riesgos para la salud y determinar las medidas apropiadas de gestión de riesgos.
- Identifique las sustancias químicas implicadas en el accidente: verifique si hay un inventario disponible, por ejemplo, en el plan de emergencia del sitio; si no, use la *Herramienta de evaluación ambiental rápida* (23) (véase también el **Anexo D Fuentes de información adicional**). Busque etiquetas con información sobre riesgos (véase el **Anexo E Ejemplos de advertencias de peligro**).
- Reúna y considere cualquier información clínica disponible de individuos expuestos ya que esto puede ayudar a identificar algunas sustancias químicas o grupos químicos.
- Si es factible, organice la recolección y el análisis de muestras ambientales (aire, suelo, agua, cultivos) para identificar y cuantificar la contaminación por sustancias químicas.
- Evalúe la posibilidad de contaminación de fuentes de agua potable y alimentos.

Prevención de la exposición

- i. Con base en las evaluaciones de riesgos, brinde asesoramiento, según corresponda, a la defensa civil, los bomberos u otro servicio designado sobre la necesidad de:
 - medidas de contención
 - restricciones de acceso a sitios contaminados
 - equipos de protección personal (EPP)
 - avisos de refugio en el lugar o de evacuación para las comunidades afectadas.
- ii. Asegúrese de que las personas involucradas en las operaciones de limpieza y rescate estén adecuadamente equipadas con EPP y estén al tanto de la posibilidad de derrames químicos.
- iii. Organice las instalaciones para descontaminar individuos expuestos químicamente.
- iv. Proporcione información completa al público en general en relación con las medidas de precaución (véase “Comunicación de riesgos y crisis” más adelante).

Evaluación médica y manejo

- i. Asegúrese de que las personas expuestas químicamente sean descontaminadas antes de ingresar a la instalación de atención de salud.
- ii. Asegúrese de que el personal de salud siga los procedimientos para usar EPP cuando se trata de víctimas contaminadas químicamente.
- iii. Lleve a cabo el protocolo de intervención y la evaluación de los pacientes. Tenga en cuenta que las lesiones o la intoxicación por sustancias químicas pueden combinarse con lesiones traumáticas.
- iv. Obtenga asesoramiento sobre el manejo de la exposición química de un centro de información toxicológica, si está disponible.
- v. Proporcione tratamiento médico específico (por ejemplo, tratamiento antidótico) según sea necesario.
- vi. Considere la necesidad de recolectar muestras biológicas de individuos expuestos químicamente (incluidos los equipos de emergencia) para identificar y, de ser posible, cuantificar la exposición.

vii. Registre a todas las personas expuestas y garantice la documentación adecuada y el mantenimiento de registros en caso de que haya necesidad de un seguimiento a largo plazo.

viii. Asegúrese de que, después de la primera respuesta, se tomen medidas en la etapa de recuperación para evitar los efectos químicos indirectos y las exposiciones a largo plazo. Proporcione atención de salud mental y apoyo psicosocial para las comunidades afectadas.

Comunicación de riesgos y crisis

Proporcione información, actualizada según sea necesario, al público, a los equipos de emergencia y a quienes toman decisiones sobre los peligros de las sustancias químicas y de otro tipo que surjan del evento. Asegúrese de que el público esté informado sobre:

- el evento o los eventos Natech
- quién está a cargo
- qué se está haciendo
- la naturaleza y los peligros de las sustancias químicas implicadas
- qué deben hacer las personas para protegerse a sí mismas y a sus familias
- cuándo buscar atención médica
- cómo obtener más información.

Algunos temas específicos de protección de la salud incluyen:

- avisos de alimentos y agua, en caso de contaminación
- prevención de la intoxicación por monóxido de carbono
- precauciones durante la limpieza, por ejemplo, uso de equipo de protección personal, uso seguro de equipo de corte, manejo de asbesto cemento, etc.
- peligros potenciales en casas dañadas por inundaciones.

RECUADRO C1. TIFÓN HAIYAN, ESTANCIA, FILIPINAS, NOVIEMBRE DE 2013

El 8 de noviembre 2013, el Tifón Haiyan golpeó Filipinas con vientos de hasta 275 km/h. Las autoridades nacionales reportaron 14,1 millones de personas afectadas, 4,1 millones de personas desplazadas y 6.155 muertos. Alrededor de 1,1 millones de hogares fueron dañados y la mitad de ellos completamente destruidos. La región de Visayas fue la más afectada. Se reportó un daño significativo en toda el área que afectó ciudades, pueblos e infraestructura importante, como el aeropuerto de Tacloban. Una lancha a motor anclada al sur de Estancia, en la provincia de Iloilo, se desprendió, llegó la costa y se rompió. Se liberaron más de 800.000 litros de combustible pesado búnker C a lo largo de 10 km de costa al sur de Estancia. Por razones de salud y seguridad, cientos de familias que vivían en esta área fueron evacuadas. Las autoridades estaban preocupadas por la evaporación de compuestos tóxicos del petróleo, así como por el riesgo de incendios y lesiones accidentales.

El tifón dejó las carreteras principales gravemente dañadas y las áreas remotas no fueron accesibles para el apoyo logístico. La gente comenzó a limpiar manualmente los residuos contaminados con petróleo, así como el petróleo en sí. Como no tenían el equipo de protección adecuado, las personas habían expuesto su piel al petróleo. Se instalaron

barreras de contención para atrapar el derrame de petróleo flotante. Sin embargo, el uso de equipos mecánicos de limpieza se retrasó debido a la inaccesibilidad del sitio. Como consecuencia, a la población local, que dependía principalmente de la pesca y el turismo, no se le permitió regresar a sus hogares hasta mediados de diciembre. Esto tuvo un impacto importante en su recuperación, ya que dependían de la ayuda humanitaria. Además, hasta finales de diciembre, las casas y escuelas muy dañadas no eran accesibles.

El petróleo derramado contaminó muchos kilómetros de costa, afectando la vegetación y la vida silvestre. Se observaron troncos de árboles, raíces y ramas muertas cubiertas de petróleo en manglares hasta 3 km tierra adentro. Los escombros contaminados con petróleo permanecieron en la costa y la arena se contaminó hasta una profundidad de 10 a 20 cm. Se observaron muchos barcos de pesca dañados por el tifón y contaminados con petróleo cerca de Estancia. Algunas de las áreas contaminadas se limpiaron naturalmente con la acción de la marea. Como en la región no había instalaciones de tratamiento de residuos industriales que pudieran manejar los residuos oleosos, se tuvieron que enviar a otra isla, lo que introdujo costos adicionales y la necesidad de medidas de control (13).

REFERENCIAS

1. What is a hurricane, typhoon or tropical cyclone? En: Frequently asked questions [website]. Miami: National Oceanic & Atmospheric Administration; 2017 (<http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/A1.html>, accessed 7 July 2017).
2. FAQs – Tropical cyclones. En: World Meteorological Organization [website]. Geneva: World Meteorological Organization; 2017 (<http://public.wmo.int/en/About-us/FAQs/faqs-tropical-cyclones>, accessed 7 July 2017).
3. Protecting health from climate change: vulnerability and adaptation assessment. Geneva: World Health Organization; 2013 (<http://www.who.int/globalchange/publications/vulnerability-adaptation/en/>, accessed 9 January 2018).
4. Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale. En: National Hurricane Centre, National Oceanic & Atmospheric Administration [website]. Miami: National Oceanic & Atmospheric Administration; 2016 (<http://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php>, accessed 30 December 2016).
5. Hurricane preparedness: hazards. En: National Weather Service, National Oceanic & Atmospheric Administration [website]. Miami: National Oceanic & Atmospheric Administration; 2017 (<http://www.nhc.noaa.gov/prepare/hazards.php>, accessed 7 July 2017).
6. Cruz A, Steinberg L, Luna R. Identifying hurricane-induced hazardous material release scenarios in a petroleum refinery. *Natural Hazards Review*. 2001;2(4):203-10.
7. Krausmann E, Cruz AM, Salzano E. *Natech risk assessment and management: reducing the risk of natural-hazard impact on hazardous installations*. Amsterdam: Elsevier; 2017.
8. Cruz AM, Steinberg LJ, Vetere Arellano AL, Nordvik J-P, Pisano F. State of the art in Natech risk management. Ispra: European Commission Joint Research Centre; 2004 (EC JRC, UN ISDR EUR 21292 EN; http://www.unisdr.org/files/2631_FinalNatechStateofthe20Artcorrected.pdf, accessed 7 July 2017).
9. Young S, Balluz L, Malilay J. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. *Science of the Total Environment*. 2004;322(1–3):3–20 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00446-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00446-7), accessed 7 July 2017).
10. Krausmann E, Renni E, Campedel M, Cozzani V. Industrial accidents triggered by earthquakes, floods and lightning: lessons learned from a database analysis. *Natural Hazards*. 2011;59:285–300. doi: 10.1007/s11069-011-9754-3.
11. Cruz AM, Krausmann E. Vulnerability of the oil and gas sector to climate change and extreme weather events. *Climatic Change*. 2013;121:41–53.
12. Godoy, LA. Performance of storage tanks in oil facilities damaged by hurricanes Katrina and Rita. *Journal of Performance of Constructed Facilities*. 2007; 21(6):441–9.
13. Oil spill in Estancia Iloilo Province, Western Visayas, Philippines, resulting from Typhoon Haiyan (Yolanda). Geneva: United Nations Environment Programme/Office for the Coordination of Humanitarian Affairs Joint Unit; 2013 (<http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Estancia%20Oil%20Spill%20Initial%20Assessment%20Report%20FINAL%282%29.pdf>, accessed 7 July 2017).
14. Cozzani V, Campedel M, Renni E and Krausmann E. Industrial accidents triggered by flood events: analysis of past accidents. *Journal of Hazardous Materials*. 2010;175:501–9.
15. Hamins A, Kashiwagi T, Burch RR. Characteristics of pool fire burning. ASTM special technical publication 1284. 1996. pp. 15–41. (<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire96/PDF/f96068.pdf>, accessed 7 July 2017).

16. Menne B, Murray V. Floods in the WHO European Region: health effects and their prevention. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/189020/e96853.pdf, accessed 7 July 2017).
17. Euripidou E, Murray V. Public health impacts of floods and chemical contamination. *Journal of Public Health*. 2004;26(4):376–383 (<http://jpubhealth.oxfordjournals.org/content/26/4/376.full.pdf>, accessed 7 July 2017).
18. Renni E, Krausmann E, Cozzani V. Industrial accidents triggered by lightning. *Journal of Hazardous Materials*. 2010;184:42–48.
19. Stanke C, Murray V, Amlôt R, Nurse J, Williams R. The effects of flooding on mental health: outcomes and recommendations from a review of the literature. *PLoS Currents Disasters*. 2012 May 30; Edition 1. doi: 10.1371/4f9f1fa9c3cae (<http://currents.plos.org/disasters/article/the-effects-of-flooding-on-mental-health-outcomes-and-recommendations-from-a-review-of-the-literature/>, accessed 29 September 2017).
20. Waite T, Murray V, Baker D. Carbon monoxide poisoning and flooding: changes in risk before, during and after flooding require appropriate public health interventions. *PLoS Currents Disasters*. 2014 July 3; Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.2b2eb9e15f9b982784938803584487f1 (<http://currents.plos.org/disasters/article/carbon-monoxide-poisoning-and-flooding-changes-in-risk-before-during-and-after-flooding-require-appropriate-public-health-interventions/>, accessed 20 September 2017).
21. Doocy S, Daniels A, Murray S, Kirsch TD. The human impact of floods: a historical review of events 1980–2009 and systematic literature review. *PLoS Currents Disasters*. 2013 April 16; Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.f4deb457904936b07c09daa98ee8171a (<http://currents.plos.org/disasters/article/the-human-impact-of-floods-a-historical-review-of-events-1980-2009-and-systematic-literature-review/>, accessed 30 December 2016).
22. Hasegawa A, Ohira T, Maeda M, Yasumura S, Tanigawa K. Emergency responses and health consequences after the Fukushima accident: evacuation and relocation. *Clinical Oncology*. 2016;28:237–44 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0936655516000054>, accessed 7 July 2017).
23. Flash environmental assessment tool (FEAT 2.0): pocket guide. Geneva: United Nations Environment Programme/Office for the Coordination of Humanitarian Affairs Joint Unit; 2017 (<http://www.eecentre.org/?p=1596>, accessed 7 July 2017).

ANEXO D

FUENTES DE INFORMACIÓN ADICIONAL

Natech

- **RAPID-N: Herramienta rápida de evaluación y mapeo de riesgos Natech [sitio web].** Ispra: Centro Común de Investigación de la Comisión Europea; 2017

RAPID-N es una aplicación de software científico basada en la web para la evaluación y el mapeo rápido de riesgos de accidentes industriales debido a desastres naturales (Natech). Al utilizar el escenario de peligro natural como entrada, se estima el alcance y la probabilidad de daños a los equipos de proceso industrial y se modelan las consecuencias de probables eventos Natech (por ejemplo, incendio, explosión, emisión de sustancias químicas) que pueden desencadenarse por el daño de peligros naturales. RAPID-N tiene como objetivo facilitar la evaluación/mapeo de riesgos Natech y mejorar el intercambio de información sobre eventos Natech al proporcionar un entorno colaborativo. Disponible en: <http://rapidn.jrc.ec.europa.eu/>

- **Anexo n.º 2 para los principios rectores de la OCDE para la prevención, preparación y respuesta a accidentes con sustancias químicas (2ª edición) para abordar los peligros naturales que desencadenan accidentes tecnológicos (Natechs) ENV/JM/MONO(2015)1). Serie sobre accidentes con sustancias químicas n.º 27.** París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos; 2015

El anexo aborda la gestión de riesgos de accidentes tecnológicos desencadenados por peligros naturales (Natech). El anexo consiste en una serie de enmiendas a los principios rectores y la adición de un nuevo capítulo para proporcionar una orientación más detallada sobre la prevención, preparación y respuesta de Natech. Disponible en: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2015\)1&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2015)1&doclanguage=en)

Incidentes con sustancias químicas en general

- **Gestión de riesgos de desastres para hojas informativas de salud.** Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2017
- Hojas de información para los trabajadores de la salud involucrados en la gestión de riesgos de desastres y para los socios multisectoriales para considerar cómo integrar la

salud en sus estrategias de gestión de riesgos de desastres. Disponible en: <http://www.who.int/hac/techguidance/preparedness/factsheets/en/>

El siguiente enlace hace referencia a una hoja sobre seguridad química: http://www.who.int/hac/events/drm_fact_sheet_chemical_safety.pdf

- **Manual para la gestión de salud pública de incidentes con sustancias químicas.** Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2009

Este manual, dirigido a profesionales de la salud pública y el medio ambiente, describe diversas etapas del ciclo de emergencia: prevención, planificación y preparación, detección y alerta, respuesta y recuperación, y las funciones y responsabilidades de la salud pública en estas diversas etapas. Disponible en: http://www.who.int/environmental_health_emergencies/publications/Manual_Chemical_Incidents/en/

- **Salud ambiental en emergencias y desastres: una guía práctica.** Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2002

Esta guía proporciona a los gerentes y al personal de campo un marco para pensar y planificar desastres y emergencias, incluida una descripción general de los aspectos técnicos de la gestión de la salud ambiental y medidas para reducir el impacto de los desastres en la infraestructura de salud ambiental. El Capítulo 3.5.2 contiene un modelo general para la planificación de preparación para desastres con 12 pasos. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/42561>

- **Concientización y preparación para emergencias a nivel local (APELL): manual.** París: ONU Medio Ambiente; 2015

Este manual está diseñado para ayudar a quienes toman decisiones y al personal técnico en la preparación de planes de respuesta a emergencias y la mejora de la conciencia de la comunidad. El manual proporciona los conceptos básicos para iniciar y gestionar el proceso de APELL, y está organizado en 10 elementos conceptuales en cinco etapas de actividad. Disponible en: <http://apell.eecentre.org/ResourceDetailInfo.aspx?ReadDetails/id=105>

- **Herramienta de evaluación ambiental rápida (FEAT 2.0): guía de bolsillo. Ginebra: Unidad Conjunta del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios; 2017**

Esta herramienta ayuda a identificar los impactos ambientales agudos existentes o potenciales que plantean riesgos para los seres humanos, las funciones de soporte vital humano y los ecosistemas, después de los desastres naturales repentinos. FEAT se centra principalmente en los impactos inmediatos y agudos que surgen de las sustancias químicas peligrosas liberadas. Consiste en un marco de decisión impreso y cuadros de búsqueda. Disponible en: <http://www.eecentre.org/feat/>

- **Fichas internacionales de seguridad química (ICSC). Ginebra: Organización Mundial de la Salud /Organización Internacional del Trabajo; 2017**

Las ICSC son hoja de datos que proporcionan información esencial de seguridad y salud sobre sustancias químicas y, como tal, promueven el uso seguro de sustancias químicas en el lugar de trabajo. Las ICSC son desarrolladas por la OMS y la Organización Internacional del Trabajo. Actualmente hay más de 1.700 tarjetas disponibles. Disponible en: <http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>

- **Guía de respuesta en caso de emergencia. Washington (DC): Departamento de Transporte de los EE. UU./Transport Canada; 2016**

Esta guía se proporciona de forma gratuita. Está destinada a ser utilizada por los equipos de emergencia durante la etapa inicial de un incidente de transporte que implique materiales peligrosos. Es aplicable a materiales peligrosos transportados por carretera, ferrocarril, aire, vías fluviales y por tuberías. La guía se publica cada cuatro años y está disponible en inglés y español (*Guía de Respuesta en Caso de Emergencia*). Ayuda a los socorristas a identificar rápidamente los peligros del material o los materiales implicados en el incidente, y aconseja sobre las medidas apropiadas para protegerse a sí mismos y al público en general durante la etapas de respuesta inicial. Disponible en: <https://www.tc.gc.ca/eng/canutec/guide-menu-227.htm>

- **Recomendaciones de la ONU sobre el transporte de mercancías peligrosas: regulaciones modelo decimonovena edición revisada. Ginebra: Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas; 2015.**

Esta guía (también conocida como el Libro Naranja de las Naciones Unidas) ha sido desarrollada por el Consejo

Económico y Social de las Naciones Unidas para armonizar las regulaciones de transporte de mercancías peligrosas. La mayoría de las regulaciones sobre mercancías peligrosas, como el código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG), la IATA y otras regulaciones nacionales, se desarrollan con base en las Recomendaciones. Las regulaciones modelo cubren los principios de clasificación y definición de clases de peligro, el listado de las principales mercancías peligrosas, los requisitos generales de empaque, los procedimientos de prueba, el marcado, el etiquetado o la señalización, y los documentos de transporte. Disponible en: http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html

- **Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), Rev. 7. Ginebra: Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas; 2017.**

El SGA aborda la clasificación de productos químicos por tipos de peligro y propone elementos armonizados de comunicación de riesgos, incluidas etiquetas y fichas de datos de seguridad. Su objetivo es garantizar que la información sobre los peligros físicos y la toxicidad de los productos químicos esté disponible para mejorar la protección de la salud humana y el medio ambiente durante la manipulación, el transporte y el uso de estos productos químicos. El SGA también proporciona una base para la armonización de las normas y regulaciones sobre productos químicos a nivel nacional, regional y mundial; un factor importante para la facilitación del comercio. Disponible en: http://www.unece.org/es/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev07/07files_e0.html

- **Manual de recuperación del Reino Unido para incidentes con sustancias químicas. Londres: Health Protection Agency; 2012.**

Este manual proporciona una guía para ayudar en el proceso de toma de decisiones para desarrollar e implementar una estrategia de recuperación después de un incidente con sustancias químicas. Se centra en la descontaminación ambiental y proporciona orientación y listas de verificación para lidiar con sistemas de producción de alimentos contaminados, áreas habitadas y ambientes acuáticos. Disponible en: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/201024/UKRHCI_publication_31st_May_2012_web2.pdf

Emergencias en general

- **Marco integral de hospitales seguros. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2015**

El marco de Hospitales seguros presenta un enfoque estructurado para acciones para fortalecer la seguridad y la preparación de hospitales e instalaciones de salud para todo tipo de peligros. Fue desarrollado para ser usado por gobiernos, autoridades de salud, instituciones financieras y organizaciones de gestión de desastres. El marco describe los objetivos a mediano y largo plazo y los resultados alcanzables, y propone cuatro componentes principales de los programas de hospitales seguros. También describe un mecanismo de implementación con principios rectores que respaldan acciones fundamentales en un entorno de país. Disponible en: http://www.who.int/hac/techguidance/comprehensive_safe_hospital_framework.pdf?ua=1

- **Lista de verificación de respuesta a emergencias hospitalarias: una herramienta contra todos los peligros para administradores de hospitales y administradores de emergencias. Ginebra: Oficina Regional para Europa de la OMS; 2011**

Esta lista de verificación está destinada a ayudar a los administradores de hospitales y administradores de emergencias a responder de manera efectiva a los escenarios de desastres más probables que abarcan todos los peligros. Esta herramienta comprende los principios actuales de gestión de emergencias en hospitales y las buenas prácticas, e integra las acciones prioritarias requeridas para una respuesta rápida y efectiva a un evento crítico. La herramienta está estructurada de acuerdo con nueve componentes fundamentales, cada uno con una lista de acciones prioritarias. Se proporcionan referencias a herramientas complementarias seleccionadas, guías y otros recursos aplicables. Los principios y las recomendaciones incluidos en esta herramienta pueden ser utilizados por los hospitales en cualquier nivel de preparación para emergencias. Disponible en: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/emergencies/disaster-preparedness-and-response/publications/2011/hospital-emergency-response-checklist>

- **Sistema de mapeo de la localización y disponibilidad de recursos de salud (HeRAMS). En: Acción sanitaria en las crisis humanitarias [sitio web] Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2017**

HeRAMS es un sistema rápido en línea para localizar instalaciones de salud, servicios y disponibilidad de recursos en emergencias. Monitorea la disponibilidad de servicios y recursos en el “punto de entrega”, por lo tanto, es aplicable a casi todos los tipos de métodos de prestación de atención médica empleados en emergencias. Disponible en: <http://www.who.int/hac/herams/en/>

- **Comunicación efectiva de los medios durante emergencias de salud pública. Un manual de la OMS. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2005**

Este manual describe un proceso de siete pasos para ayudar a los funcionarios de salud pública y otros a comunicarse de manera efectiva a través de los medios durante las emergencias. Disponible en: http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_2005_31/en/

ANEXO E

EJEMPLOS DE ADVERTENCIAS DE PELIGRO QUE SE PUEDEN ENCONTRAR EN LAS ETIQUETAS DE LOS CONTENEDORES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Estos pictogramas provienen de las *Recomendaciones de la ONU sobre el transporte de mercancías peligrosas, las regulaciones modelo* y el *Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA^c)*. Por lo general, se complementan con declaraciones de advertencia que especifican el peligro. También puede haber información sobre medidas de precaución y primeros auxilios. Tenga en cuenta que un único pictograma del SGA (fondo blanco, contorno rojo) puede indicar una serie de peligros relacionados.

^c http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev07/Spanish/05sp_anexo1.pdf

| SÍMBOLO | CATEGORÍA DE PELIGRO |
|---------|---|
| | Explosivo (por ejemplo, explosivo inestable, peligro de proyección) |
| | Material inflamable (por ejemplo, gas, aerosol, vapor, sólido) |
| | Riesgo de combustión espontánea si se expone al aire; se calienta espontáneamente |
| | En contacto con el agua desprende gases inflamables |
| | Comburentes (pueden causar o agravar incendios) |
| | Peróxido orgánico: puede incendiarse o explotar al calentarse |
| | Gas a presión (por ejemplo, recipiente presurizado, puede explotar si se calienta; gas refrigerado, puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas) |
| | Sustancia tóxica |
| | Corrosivo |
| | Peligro para la salud, por ejemplo, efecto sobre órganos específicos, riesgo de cáncer, riesgo reproductivo, alergia |
| | Advertencia general |

Departamento de Salud Pública, Determinantes Ambientales y Sociales de la Salud (PHE)

Organización Mundial de la Salud (OMS)

Avenue Appia 20 – CH-1211 Ginebra 27 – Suiza

www.who.int/phe/es/

<http://www.who.int/ipcs/es/>

Correo electrónico: ipcsmail@who.int