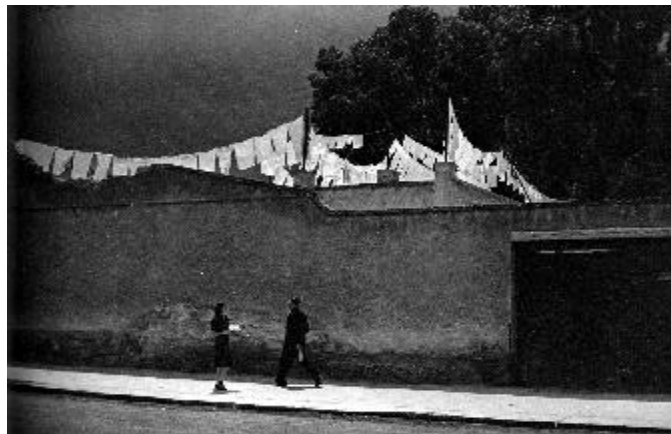


# Emergencias ambientales asociadas a sustancias químicas en México

MARÍA DEL ROCÍO SARMIENTO TORRES,  
ENRIQUE ORTÍZ ESPINOSA  
Y JOSÉ ÁLVAREZ ROSAS



## INTRODUCCIÓN

Algunas personas que habitan cerca de instalaciones industriales, a menudo reflexionan acerca de cómo llevarán a cabo la producción en su interior, si utilizan alguna sustancia peligrosa y qué sucedería si tuvieran un accidente, si se tendría la capacidad suficiente para actuar de inmediato e informarles con oportunidad en caso de tener que evacuar el área y, de ser así, hacia dónde se tendrían que dirigir.

Esto ocurre debido a que las poblaciones están cada vez mejor informadas y preocupadas por los riesgos derivados del uso y manejo de una gran diversidad de sustancias químicas.

Entre los accidentes más graves presentados en la época moderna a nivel mundial en los que se han visto involucradas sustancias de gran peligrosidad destacan el de Bhopal, en la India en 1984 y el de San

Juan Ixhuatepec, en México, que ocasionaron la muerte y daños irreversibles a cientos de personas.

No obstante lo anterior, en la industria química son muy pocos los trabajadores que durante su vida laboral mueren por accidentes de trabajo, en comparación con los que pueden perecer por otro tipo de accidentes (fundamentalmente en carreteras y en sus hogares), así como por enfermedades diversas e inclusive como consecuencia directa del consumo de tabaco.

Si por otra parte, se considera la información disponible que señala que la mayoría de la población considera a todos los productos químicos como peligrosos y dos de cada tres norteamericanos esperan un accidente catastrófico en la industria química, con miles de muertos, en los próximos cincuenta años, puede apreciarse que aún cuando la industria química tiene una proporción de accidentes inferior al de otras actividades, la percepción del público en general es de que se trata de una actividad de alto riesgo. Por esta razón, es de suma importancia que las industrias en este ramo consideren en sus programas, estrategias para conocer la percepción del riesgo de las comunidades con las que conviven, así como el diseño de instrumentos que les permitan transmitir hacia el exterior las acciones que llevan a cabo para la prevención y control de los riesgos que representan sus procesos y operaciones productivas, con lo que se lograría modificar una percepción errónea sobre sus instalaciones y valorar los peligros en su justa dimensión.

Las experiencias de tragedias ocurridas en el pasado demuestran la necesidad de que trabajadores, industria, ciudadanos, organizaciones no gubernamentales y autoridades trabajen en equipo para prevenir y reducir los riesgos a la salud e integridad humana, al ambiente y a los bienes materiales, así como para planear la respuesta eficiente y oportuna a las emergencias que pueden derivarse de la liberación de sustancias químicas.

Las investigaciones realizadas después de la tragedia de Bhopal, revelan que las autoridades indias de salud no habían sido informadas acerca de la toxicidad de los compuestos químicos utilizados por la empresa Union Carbide, responsable del accidente. También se encontró que no existían planes o procedimientos de respuesta a emergencias en el lugar y no se tenía conocimiento de cómo contrarrestar una nube de gases tóxicos.

Dicha tragedia motivó que diversos países, especialmente los desarrollados, revisaran y fortalecieran su legislación en materia de prevención y control de accidentes industriales mayores. Por ejemplo, en 1986 el gobierno de los Estados Unidos de América promulgó la Ley conocida como «Acta de planeación de emergencias y derecho de la comunidad a saber»; cuyo objetivo es promover y apoyar la respuesta organizada a emergencias químicas, proporcionando a los gobiernos locales y al público en general, información acerca de los posibles riesgos químicos existentes en sus comunidades.

Chernobyl, en la Unión Soviética, Flixborough en el Reino Unido, Seveso en Italia, Bhopal en la India, Basilea en Suiza y Exxon Valdez en Alaska son sólo seis de los muchos accidentes que han dado la vuelta al mundo debido a la enorme magnitud de los daños que ocasionaron a la población y al ambiente. Sin embargo, anualmente se registran cientos de accidentes de menor magnitud que están asociados con sustancias consideradas peligrosas.

## **ANTECEDENTES**

En México, los accidentes ocurridos en los últimos años, como la fuga de fosgeno en Poza Rica, Veracruz, en 1950; el incendio y derrame de petróleo del Pozo Ixtoc en la Sonda de Campeche en 1979; la explosión de gas propano en San Juan Ixhuatepec, Estado de México en 1984; el incendio de la empresa de agroquímicos Anaversa en Córdoba, Veracruz, en



1991; la explosión ocurrida en el drenaje de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, en abril de 1992; la explosión con etano plus en el Complejo procesador de gas en Reforma, Chiapas, en 1996 y el incendio de la terminal de Pemex, Satélite Norte, ubicada en San Juan Ixhuatepec, Estado de México en 1996, dan una idea clara de las enormes proporciones que puede tomar una emergencia asociada con sustancias peligrosas, cuyas consecuencias, en la mayor parte de los casos, se traducen en pérdidas humanas, afectaciones al medio ambiente y/o pérdidas materiales, cuando no se toman las medidas de prevención apropiadas y no se está preparado para responder rápida y eficazmente ante esta clase de eventos.

A la fecha, aunque existen avances importantes al respecto, es necesario fortalecer, integrar y en al-

gunos casos desarrollar el marco normativo que regule la operación de las instalaciones industriales a efecto de prevenir accidentes y, en caso de que estos ocurran, estar debidamente preparados para responder ante ellos en forma apropiada.

En México el derecho a la información se incorporó en el artículo 159 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, durante las modificaciones de 1996, por lo que se le da cada vez más importancia a este aspecto, efectuándose grandes esfuerzos para poner a disposición del público toda la información que pudiera ser de su interés, así como para dar transparencia a todos los programas de la SEMARNAT.

En este mismo sentido, desde 1993 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, al observar las

graves consecuencias que ocasionan los accidentes asociados con sustancias químicas para las poblaciones humanas y para los ecosistemas, se dio a la tarea de recopilar información acerca de las emergencias vinculadas con sustancias químicas con repercusiones ambientales que ocurren en el interior de la República Mexicana; contando en la actualidad con una base de datos con información estadística de diez años para tener conocimiento de lo que sucede en México y poder definir estrategias de prevención y control de accidentes.

Además se estableció el Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA), que proporciona información actualizada en días y horas laborales sobre las sustancias químicas que se usan y transportan en mayor escala a nivel internacional, conforme a los contenidos de las hojas de seguridad: propiedades físicas, químicas y de riesgo; equipo de protección personal; acciones para control de derrames; forma de combate a fuego, entre otros aspectos.

#### **RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA SOBRE EMERGENCIAS AMBIENTALES EN MÉXICO**

Es importante aclarar que la información recopilada durante los dos primeros años no refleja fielmente las emergencias ambientales ocurridas en el país durante ese periodo, ya que el proceso se ha ido consolidando con el tiempo a través de las delegaciones de la PROFEPA en los estados. Dependencias establecidas con el propósito, entre otros, de mantener la vigilancia para detectar lo que ocurre en cada entidad, así como de establecer las coordinaciones necesarias con Protección Civil y los grupos de respuesta locales, con el objeto de que se notifiquen estas emergencias. No obstante, a partir del tercer año y hasta la fecha dichos datos han mostrado un comportamiento más o menos regular.

Por otra parte, el reporte de las emergencias ambientales a la PROFEPA, no se veía como una obliga-

ción para las industrias y sólo lo hacían las empresas paraestatales, principalmente PEMEX, de manera voluntaria.

Dada la utilidad de la información recopilada para diferentes dependencias gubernamentales y para el público en general, se tiene la necesidad de contar cada vez más con información confiable y por lo tanto, hacer obligatoria la notificación de cualquier emergencia asociada con sustancias químicas a la PROFEPA (COATEA); lo cual ya se contempla en la Norma Emergente 138 para la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos.

Cabe mencionar que dentro de la información recopilada, no se incluyen eventos de tipo doméstico o comerciales (incendios en cines, hoteles, explosiones de cilindros de gas LP o doméstico), ni accidentes con materiales radioactivos. Se registran aquellos que ocurren en plantas industriales asociados con sustancias químicas y que en la mayoría de los casos los daños ocasionados trascienden los límites de propiedad; así como los que ocurren al exterior por el transporte de estas sustancias, que pueden provocar daños a la población y/o al ambiente, requiriendo la movilización de los cuerpos de respuesta a emergencias (Protección civil, Bomberos, etc.).

Como resultado del análisis de la información estadística disponible se presenta a continuación un diagnóstico general de lo que sucede en México en relación con las emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas.

Durante el periodo 1993-2002, sin considerar los datos de 1993, que resultan atípicos, se registraron anualmente en México un promedio de 521 emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas; sin embargo, estas cifras sólo incluyen aquellos eventos que son del conocimiento de la PROFEPA, por lo que debe haberse suscitado un número mayor; sin embargo, los datos existentes dan una idea bastante clara sobre el comportamiento y tendencias de los mismos.

Por otro lado, en los estados de Tabasco, Veracruz, Campeche, Guanajuato, Chiapas y Coahuila se presentaron más del 50% de las emergencias ambientales, concentrándose en Tabasco alrededor del 20% del total a nivel nacional. Esto se debe a que, con excepción de Guanajuato y Coahuila, en ellos se concentra la mayor actividad petrolera, que provoca un gran movimiento de crudo y sus derivados. En el estado de Guanajuato, por su posición geográfica, se tiene un gran flujo de vehículos que transportan sustancias químicas. En el estado de Coahuila el mayor número de emergencias ocurrió en el transporte de sustancias químicas, aunque también se tuvieron en plantas industriales.

En función del tipo y ubicación de las emergencias ambientales (véase cuadro 1) las más frecuentes fueron las fugas (gases) y derrames (líquidos), habiéndose presentado en más del 80% de los casos, siguiéndole en orden de importancia, los incendios, las explosiones y otro tipo de eventos.

Es importante destacar que la mayor parte de estos eventos están constituidos por derrames, lo cual reviste especial importancia desde el punto de vista ambiental, ya que en general los productos derramados afectan al suelo y posiblemente al subsuelo, aguas subterráneas y cuerpos de agua superficiales.

En el caso de fugas de sustancias peligrosas, aunque estas también pueden afectar a los recursos naturales, la principal preocupación radica en el riesgo que representan para la integridad y salud de las poblaciones, dada la posible rapidez con que pueden propagarse a distancia, abarcando extensiones que pueden ser significativos como nubes tóxicas, inflamables y/o explosivas.

En cuanto al lugar de origen, la mayor parte de las emergencias ambientales con sustancias químicas ocurren durante el transporte y en menor medida en instalaciones industriales fijas. Sin embargo, en relación con la modalidad del transporte, cuando es a través de

CUADRO 1. TIPO DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS A SUSTANCIAS QUÍMICAS

AÑO	NÚMERO DE EVENTOS	LOCALIZACIÓN		TIPO				
		TERRESTRE	MARÍTIMA	FUGA O DERRAME	FUGA O DERRAME	EXPLOSIÓN	FUEGO	OTRO
1993	157	154	2	141	141	9	3	4
1994	416	389	27	359	359	21	28	8
1995	547	540	7	428	428	35	53	31
1996	587	578	9	460	460	34	70	23
1997	632	574	58	541	541	49	26	16
1998	538	483	55	467	467	18	39	14
1999	469	426	43	446	446	7	16	0
2000	470	437	33	441	441	10	16	3
2001	565	530	35	517	517	17	19	12
2002	470	436	34	419	419	16	27	8
Total	4,851	4,547	304	4,219	4,219	216	297	119

Fuente: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias (Coatea)/PROFEPA.

ductos se presenta la mayor incidencia, siguiéndoles en orden de incidencia el transporte vía carretera, ferroviario, marítimo y otros medios (cuadro 2).

Las emergencias que ocurren en ductos, en gran parte se deben a actos ilícitos por el robo de los productos, principalmente gasolina y diesel, pero también se han presentado por corrosión y otras causas.

En cuanto al transporte por carretera, las causas frecuentemente involucradas con los accidentes están vinculadas con problemas de exceso de velocidad e imprudencia de los conductores, aunque también puede ser por un trazo inapropiado de las carreteras o por mal estado de las mismas. Otras causas tienen que ver con el mal estado de las unidades vehiculares y de los tanques, así como fallas mecánicas y en algunos casos por exceso de peso e inadecuada selección del tipo de unidad requerida para el transporte de determinadas sustancias químicas.

Las principales causas de accidentes ferroviarios están relacionadas con problemas de mantenimiento, tanto de las vías férreas, como de los carros-tanque y en menor grado con la falta de pericia de los conductores o problemas relacionados con el peso de la carga que se transporta.

Los accidentes por vía marítima principalmente han ocurrido durante las maniobras de carga y descarga de los buque-tanques con hidrocarburos, aunque se han presentado choques contra arrecifes, causando graves daños a estos importantes ecosistemas y provocando la pérdida de contención en los tanques.

Es relevante analizar cuales han sido las sustancias involucradas con mayor frecuencias en las emergencias ambientales.

Conforme a lo señalado en el cuadro 3 los hidrocarburos constituyen los que con mayor frecuencia es-

CUADRO 2. TIPO DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS A SUSTANCIAS QUÍMICAS

AÑO	NÚMERO DE EVENTOS	UBICACIÓN			MEDIO DE TRANSPORTE					
		PLANTA	TRANSPORTE	OTRO	TOTAL	FF.CC.	CARRETERO	MARÍTIMO	DUCTO	OTRO
1993	157	38	107	12	107	3	27	5	69	3
1994	416	92	221	103	221	15	65	2	139	—
1995	547	110	322	115	322	13	90	7	212	—
1996	587	149	332	106	332	13	96	9	214	—
1997	632	145	477	10	477	8	132	58	279	—
1998	538	96	429	13	429	13	133	55	228	—
1999	469	64	395	10	395	14	107	43	231	—
2000	470	68	392	10	392	6	118	33	236	—
2001	565	118	424	23	424	10	158	6	245	5
2002	470	114	337	19	337	9	140	6	179	3
Total	4,851	994	3,436	421	3,436	103	1,066	224	2,032	11

Fuente: La misma del cuadro anterior.

tuvieron presentes y en conjunto (Petróleo Crudo, Gasolina, Diesel, Combustóleo, Gas Natural y Gas LP) representan el 69.8% del total de las emergencias ambientales. Otras sustancias diferentes a los hidrocarburos, frecuentes también en las emergencias ambientales son: amoníaco, ácido sulfúrico, solventes orgánicos, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio y cloro.

Además, se pueden detectar factores regionales en cuanto al tipo de las emergencias ambientales; como es el caso de los derrames de ácido sulfúrico, que son comunes en el norte del país, principalmente en el estado de Sonora.

El conocimiento de las sustancias que están involucradas en las emergencias, resulta de vital importancia por múltiples razones: porque se pueden optimizar recursos para su atención, orientar los programas de capacitación, desarrollar marcos normativos específicos para determinados productos o giros in-

dustriales que manejen esas sustancias, saber hacia donde dirigir la atención para la vigilancia, para predecir el probable comportamiento de las sustancias así como, las acciones inmediatas de control para minimizar los daños al ambiente y a la población.

No obstante lo anterior, existe un número muy grande y diverso de sustancias diferentes a las ya mencionadas que hace necesario que los grupos de respuesta, cuenten con suficiente información, equipo y personal para los diferentes tipos y escenarios a los que se enfrentan durante un evento.

Por otra parte, las emergencias ambientales ocurridas en México han ocasionado diversos daños al ambiente y lamentablemente a la población. En este sentido, durante el periodo 1993-2002 se produjeron 485 muertes producto de 4,851 emergencias ocurridas

También, se provocó un total de 2,227 personas heridas o lesionadas en algún grado, 5,081 personas

CUADRO 3. SUSTANCIAS QUÍMICAS INVOLUCRADAS EN LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES (1996-2002)

NOMBRE DE LA SUSTANCIA	PORCENTAJE
Petróleo crudo	42.08
Gasolinas	7.83
Diesel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoníaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido sulfúrico	2.26
Solventes orgánicos	1.09
Subtotal	77.29
Otras sustancias	27.71
Total	100

Fuente: La misma del cuadro anterior.

intoxicadas y 94,070 personas tuvieron que ser evacuadas de sus domicilios. Los costos que origina la movilización de tal cantidad de personas son significativos, sin contar los asociados con pérdidas de fuentes de empleo, reparación de servicios como energía eléctrica, agua, drenaje pavimento, entre otros.

Es importante señalar que, aunque en los estados de Tabasco, Veracruz, Campeche y Chiapas, se presenta la mayor cantidad de emergencias ambientales, los efectos que estas han tenido sobre la población han sido relativamente menores; sin embargo, los impactos que han tenido sobre el ambiente son relevantes. Por el contrario, en el D.F. y entidades como el Estado de México, Nuevo León y Jalisco, aunque con un número de emergencias muy inferior al de los estados ya mencionados, se tienen grandes segmentos de la población afectados debido a la alta densidad poblacional que se registra en las zonas en que han ocurrido los eventos (cuadro 4, página siguiente).

## CONCLUSIONES

Las emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas en México representan una problemática que requiere la atención informada y razonada por parte de los encargados de esta clase de eventos; para ello, es necesario contar con los recursos humanos debidamente capacitados y equipados para responder eficaz y oportunamente a dichas emergencias, así como también contar con un marco regulatorio apropiado que fomente y obligue a la adopción de medidas de prevención de accidentes y a la investigación de los mismos.

Debe aprenderse de los errores anteriores, sin que sea necesario esperar a que ocurran más tragedias como las de San Juan Ixhuatepec, Anaversa o Guadalupe, llevando a cabo acciones concretas y en cumplimiento de la legislación existente.

Es importante contar con legislación que obligue a documentar e investigar los accidentes, de tal for-

ma que se pueda conocer la o las causas raíz que los originaron, con el objeto de aprovechar las lecciones que se pueden aprender sobre qué hacer y qué no hacer, así como la forma de aplicar tecnologías más seguras, desarrollando estrategias que impidan su repetición. Adicionalmente a lo anterior, es necesario contar con los recursos humanos y materiales suficientes para responder oportuna y eficazmente a cualquier tipo de emergencia ambiental asociada con sustancias químicas, originadas por su liberación al ambiente (fuga de gases o derrames de líquidos), fuego y/o explosión.

Además de legislar es necesario disponer de personal debidamente capacitado (certificado) que cuente con el equipo de protección personal, así como de control y combate a emergencias apropiados, en cantidades suficientes, para los diferentes tipos de eventos a que se pueden enfrentar. Asimismo, se requiere de personal capacitado para la investigación de la causa raíz de los accidentes.

La atención y respuesta a emergencias es una profesión formal que requiere de preparación y entrenamiento previo, al igual que cualquier otra, en tanto las personas no cuenten con la preparación previa no se podrá manejar eficientemente una emergencia con sustancias químicas.

Debe darse gran importancia a las acciones de control oportunas y eficaces cuando ocurra un evento, ya que de ello dependerá la gravedad y extensión de los daños que se ocasionen al ambiente y a las poblaciones.

La experiencia en México indica que las primeras acciones de control de los derrames no siempre son tan oportunas, ni tan efectivas, como sería lo deseable, por parte de los primeros en responder a estos eventos, que en la mayoría de los casos son los H. Cuerpos de Bomberos, los cuales actúan con gran valor pero carecen del equipo indispensable y de suficiente entrenamiento y conocimiento de aquello a lo que se van a enfrentar.



CUADRO 4. DAÑOS A LA POBLACIÓN, A NIVEL ESTATAL, DERIVADOS DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS (1998-2002)

ESTADO	DEFUNCIONES	LESIONADOS	INTOXICADOS	EVACUADOS	TOTAL
Veracruz	62	449	147	10,667	11,325
Guanajuato	62	391	171	10,420	11,044
México	38	154	274	5,592	6,058
Jalisco	0	19	243	5,648	5,910
Nuevo León	2	14	452	2,905	3,3373
Morelos	1	0	6	3,000	3,007
Baja californiá	3	3	35	2,910	2,951
Chihuahua	0	0	242	2,665	2,907
Distrito Federal	7	60	49	2,190	2,306
Coahuila	17	18	253	1,456	1,744
Sinaloa	1	40	155	1,004	1,200
Aguascalientes	0	2	80	1,090	1,172
Michoacán	7	28	5	850	890
Tamaulipas	9	11	0	850	870
Oaxaca	9	21	317	350	697
Hidalgo	17	26	17	548	608
Sonora	2	16	9	470	497
Colima	1	1	8	400	410
Puebla	2	1	14	258	275
Campeche	4	10	0	236	250
Tabasco	6	19	0	120	145
Durango	0	2	3	120	125
Querétaro	0	1	50	30	81
Yucatán	0	0	0	40	40
Chiapas	1	17	5	0	23
Guerrero	3	0	20	0	23
Tlaxcala	7	11	0	0	18
Nayarit	9	3	0	0	12
San Luis Potosí	6	2	3	0	11
Quintana Roo	0	4	3	0	7
Zacatecas	2	0	3	0	5
Baja California Sur	0	3	0	0	3
Total	278	1,326	2,564	53,819	57,987
Afectados por día	0.15	0.73	1.40	24.49	31.77

Fuente: La misma del cuadro anterior.

Dentro de los grupos de respuesta a emergencias debe mencionarse el gran apoyo que prestan los Comités de Ayuda Mutua, integrados por empresas industriales para auxiliarse entre sí, conjuntando sus recursos materiales y humanos, por lo que es de suma importancia el seguir promoviendo su creación sobre todo, en lugares en que aún no se cuenta con grupos de respuesta a emergencias formales.

Se requiere mejorar los mecanismos de comunicación entre las autoridades de los diferentes niveles de gobierno y los grupos de respuesta a emergencias locales, con la finalidad de actuar de manera oportuna así como capacitar a las brigadas para reducir los riesgos de los eventos y sepan cómo desenvolverse de manera segura, considerando de inmediato las mejores medidas para el control y minimización de los daños a las poblaciones y al ambiente. Esto puede lograrse a través de la organización de cursos de capacitación y simulacros como ejercicios de entrenamiento, en la forma en que lo

ha venido haciendo la PROFEPA en las diferentes entidades de la República Mexicana y de manera conjunta con los E.U.A., a lo largo de la frontera norte, dando énfasis a las zonas en que se tiene una mayor incidencia de accidentes.

Para que los grupos de respuesta puedan llevar a cabo las acciones pertinentes, es evidente que deben ser dotados de los recursos materiales necesarios y adecuados para tal fin.

Es importante para la PROFEPA la investigación de la causa raíz de los accidentes, para lo cual, a través del Programa Nacional de Auditoría Ambiental, solicita a los responsables de las emergencias ambientales, dicha investigación, pero aún hace falta que esto se realice de manera sistemática por grupos de expertos que contribuyan realmente a reducirlas y compartir la información derivada de las mismas, a fin de que cualquier persona responsable del uso y manejo de sustancias químicas, pueda aprender de las lecciones que estos eventos puedan dar.



---

**María del Rocío Sarmiento Torres** se desempeña como Directora General de Riesgo Ambiental y Auditorías de la PROFEPA. Correo e: [rsarmiento@correo.profeпа.gob.mx](mailto:rsarmiento@correo.profeпа.gob.mx).

**Enrique Ortiz Espinosa y José Álvarez Rosas.** Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales de la PROFEPA. Correo-e: [coatea@profepa.gob.mx](mailto:coatea@profepa.gob.mx).

**Fotografías:** Manuel Álvarez Bravo. Qué chiquito es el mundo, 1942 (página 54). Y su sombra, c. 1964 (página 56). Retrato ausente, 1945 (página 63).