
**GESTIÓN
DE
RESIDUOS
SÓLIDOS
EN
SITUACIONES
DE
DESASTRE**

**SERIE SALUD AMBIENTAL Y DESASTRES
No. 1**



**Organización
Panamericana
de la Salud**

Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud



Biblioteca Sede OPS - Catalogación en la fuente

Organización Panamericana de la Salud.

Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre. Washington, D.C.: OPS, 2003.

—102 p.—

ISBN 92 75 32467 0

I. Título. II. Autor

1. SANEAMIENTO AMBIENTAL
2. RESIDUOS SÓLIDOS
3. DESASTRES NATURALES
4. LIMPIEZA URBANA
5. RESIDUOS PELIGROSOS
6. MANEJO DE RESIDUOS

NLM WA778.O68g 2003 Es

© Organización Panamericana de la Salud, 2003

Una publicación del Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre y del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/OMS.

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la OPS/OMS ni de sus estados miembros. La Organización Panamericana de la Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación. Las solicitudes deberán dirigirse al Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre, Organización Panamericana de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA; fax (202) 775-4578; e-mail: disaster-publications@paho.org; o al Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Casilla Postal 4337, Lima 100, Perú; fax (51 1) 437-8289; e-mail: desastre@cepis.ops-oms.org.

La realización de esta publicación fue posible gracias al apoyo financiero de la División de Ayuda Humanitaria Internacional de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (IHAVCIDA), la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA/USAID), y el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID).

ÍNDICE

Reconocimientos	v
Prefacio	vi
1. Introducción	1
2. Manejo de residuos sólidos	5
a. Componentes de un sistema de manejo de residuos sólidos en condiciones normales	5
b. Efectos de los desastres naturales en el sistema de manejo de residuos sólidos	8
3. Aspectos de gestión para el manejo de residuos sólidos en situaciones de desastre	13
a. Organización	13
b. Agentes participantes	16
c. Acciones iniciales	17
4. Manejo de residuos sólidos domésticos después de un desastre natural	19
a. La generación de residuos sólidos en situaciones de desastre natural	19
b. Almacenamiento de residuos en el punto de origen	20
c. Recolección y transporte	21
d. Tratamiento y disposición final	23
5. Manejo de escombros y restos de demolición	27
a. Generación	28
b. Aprovechamiento de residuos valorizables	30

c.	Acumulación temporal	32
d.	Disposición final	34
6.	Manejo de residuos sólidos peligrosos en situaciones de desastre	37
a.	Residuos sólidos generados en establecimientos de salud	37
b.	Medicamentos	39
c.	Otros residuos peligrosos	39
7.	Aspectos complementarios	43
a.	Uso de formatos para evaluaciones de campo	43
b.	Registros de salud pública	43
c.	Costos asociados	44
Anexos		
Anexo A	Manejo de cadáveres después de un desastre natural	49
Anexo B	Ejemplos de métodos para el cálculo de generación de escombros después de un desastre natural	52
Anexo C	Estudio de caso: terremoto de Armenia, Colombia (25 de enero de 1999)	58
Anexo D	Estudio de caso: erupción del volcán Reventador, Ecuador (3 de noviembre de 2002)	63
Anexo E	Estudio de caso: aludes torrenciales en la costa central de Venezuela (1999)	68
Anexo F	Estudio de caso: incendio forestal de Oakland (1991)	74
Anexo G	Estudio de caso: las inundaciones del Midwest de Estados Unidos (1993)	77
Anexo H	Esquemas de alternativas para el reciclaje de residuos de construcción y demolición	79
Anexo I	Modelos de formatos	82
Anexo J	Selección de páginas web sobre desastres	84
	Glosario	87
	Bibliografía	91

RECONOCIMIENTOS

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS/OPS) y el Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) desean reconocer el profesionalismo demostrado por el Ing. Javier Falcón, editor técnico de este documento, en las diferentes tareas relacionadas con la coordinación, recopilación, revisión e integración de los comentarios y aportes recibidos sobre el texto presentado en este volumen.

Agradecemos también a los siguientes profesionales del área por los significativos aportes que efectuaron en la revisión técnica de la versión preliminar de este documento: Ing. Amparo Cadena e Ing. Eduardo Ojeda Burbano, Colombia; Ing. Francisco de la Torre, Ecuador; Ing. Carlos Meléndez Ávalos, El Salvador; Ing. Jorge Rodríguez, Honduras; e Ing. Rebeca Sánchez de Lovera, Venezuela.

Debemos reconocer también la valiosa colaboración de los siguientes profesionales, que ayudaron de manera eficaz y desinteresada, desde sus diversos campos de conocimiento, a enriquecer el contenido de este volumen: Dr. Pablo Aguilar, Bolivia; Ing. Marcos Alegre, OACA, Perú; Ing. José Arellano, Chile; Ing. Maritza Ávila, UNAC, Perú; Ing. Alberto Bisbal, OPS, Nicaragua; Ing. Fernando Botafogo, ABES, Brasil; Ing. Jaime Carranza, AIDIS-DIRSA, Guatemala; Ing. Boroshilov Castro, Ecuador; Ing. Héctor Collazos, Colombia; e Ing. Darcy Compani, CMLU, Prefectura de Pôrto Alegre, Brasil.

Además, Ing. Rigoberto Cruz, El Salvador; Dra. Carmen Gastañaga, ACCDES, Perú; Ing. Roger González, México; Ing. Wanda Gunther, USP, São Paulo, Brasil; Ing. Roberto Lima, CONTECSA, Paraguay; Ing. José Alejandro Martínez, Colombia; Ing. Javier Orccosupa, Perú; Ing. Fernando A. Paraguassú de Sá, Relima, Perú; Ing. Geraldo Antônio Reichert, CMLU, Prefectura de Pôrto Alegre, Brasil; Ing. Jorge Sánchez, México; Ing. Gustavo Solórzano, INE, México; Ing. Pilar Tello, México; e Ing. Ana Treasure, OPS, Jamaica.

El CEPIS/OPS y el Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastres de la OPS/OMS también quieren dejar constancia de la participación a lo largo de este proceso de sus siguientes profesionales: Ing. Alvaro Cantanhede, Ing. Claudio Osorio e Ing. Leandro Sandoval.

La preparación de este volumen ha implicado un camino largo y lleno de avatares. En sus diferentes etapas se ha contado con el apoyo de distintas personas e instituciones cuya mención excedería el breve formato de estos párrafos. A todos ellos va nuestro agradecimiento.

PREFACIO

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS), conjuntamente con el Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastres de la Organización Panamericana de la Salud, se complacen en presentar la guía **Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre**, fruto de un largo proceso de reflexión e intercambio de opiniones entre profesionales de América Latina y el Caribe, especializados tanto en el campo del manejo de desastres como en el de la gestión de residuos sólidos,

La idea inicial de esta guía se gestó con la lectura y el aporte que realizó el CEPIS/OPS al texto **Environmental Health in Emergencies and Disasters**, preparado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre la generación de escombros y otros residuos a causa de un desastre, la interrupción de los servicios de recolección, la pronta saturación de los lugares de disposición final, y la gestión de residuos en albergues y campamentos, entre otros importantes tópicos. Sin embargo, esta guía no reflejaba toda la problemática de nuestra Región, por lo que el CEPIS/OPS vio la importancia de elaborar el documento que ahora presentamos.

El restablecimiento del servicio de recolección de residuos sólidos después de un desastre natural constituye un reto mayor si se toma en cuenta no solo las posibles consecuencias del desastre, sino también el hecho de que la mayor parte de los países de América Latina y el Caribe carecen de sistemas con cobertura suficiente, especialmente en las zonas rurales y periurbanas.

Por otra parte, durante el trabajo realizado por la OPS/OMS en Honduras (huracán Mitch, 1998) y el Salvador (terremotos del 2001) se sintió la necesidad de contar con una guía práctica de consulta para quienes participan en el restablecimiento del sistema de gestión de residuos sólidos en casos de desastre, recalcando la importancia de aprovechar las experiencias de los países de las Américas en este campo.

El presente libro describe de manera sencilla las diversas formas en que un desastre natural afecta al sistema de gestión de residuos sólidos de una localidad, así como

las pautas y acciones básicas para restablecer de la mejor manera posible el servicio de limpieza pública después de inundaciones, huracanes, terremotos y otros eventos adversos de esta naturaleza.

Su temática abarca desde los lineamientos generales para la participación de la población en las diferentes etapas del restablecimiento del servicio, hasta las pautas metodológicas para calcular la generación de escombros después de un desastre. Se han considerado estudios de caso y cifras oficiales sobre desastres recientes que han afectado a países de Latinoamérica.

La atención concreta de un desastre puede ser una oportunidad para mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos, en relación a la situación previa al evento, tanto en lo que atañe a la cobertura del servicio, como a su equidad. Estamos seguros de que esta guía constituirá una ayuda para cumplir estos importantes cometidos.

Alentamos a los profesionales de la Región a hacer comentarios y a contribuir con sus experiencias y casos para enriquecer la próxima edición de este documento (pueden escribir a la dirección electrónica desastre@cepis.ops-oms.org).

Dr. Mauricio Pardón
Director, CEPIS/OPS

Dr. Jean Luc Poncelet
Jefe, Área de Preparativos
para Desastres, OPS/OMS

A blue-tinted photograph of a construction site. In the foreground, a large pile of rubble and debris is visible. Several workers wearing hard hats and work clothes are standing on the rubble, some holding tools. In the background, there are wooden structures and scaffolding, suggesting a building under construction or demolition. The overall scene is one of active construction or reconstruction.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Un desastre natural, definido como la ocurrencia de un fenómeno natural en un espacio y tiempo limitado que causa trastornos en los patrones normales de vida y ocasiona pérdidas humanas, materiales y económicas, y daños ambientales, es un evento ecológico de tal magnitud que para atender sus efectos es necesaria la intervención externa. Por su naturaleza, los desastres naturales se pueden caracterizar en un rango que va desde los desastres climatológicos (huracanes, tornados, inundaciones, sequías) hasta los geológicos (terremotos, deslizamientos, erupciones volcánicas). El impacto de estos fenómenos sobre los servicios de saneamiento es, por lo general, bastante grave. Los desastres demandan inmediata atención a fin de minimizar los riesgos para la salud de la población, ya de por sí bastante afectada.

Uno de los servicios de saneamiento más afectados —y por lo general no atendidos con la prioridad requerida— es el manejo de los residuos sólidos domésticos (de tipo municipal), los residuos peligrosos, los escombros y los restos de demolición, los lodos, las malezas, las cenizas y otros

Incremento de enfermedades transmisibles tras un desastre natural

Terremoto de Moquegua y Tacna, localidades del sur del Perú, junio de 2001

La evidencia epidemiológica registrada por el Ministerio de Salud del Perú después del terremoto ocurrido el 21 de junio del 2001, en el sur del país, refiere para las infecciones respiratorias un incremento de 25% en el departamento de Moquegua, y de 32% en el de Tacna, en comparación con registros de años anteriores. Asimismo, en la localidad de Tacna se apreció un incremento de 12% en la tasa de enfermedades diarreicas respecto a años anteriores.

Fuente: Sandoval, Leandro. Informe de viaje de evaluación, sismo de Moquegua. Lima, OPS/CEPIS, 2001.

Mezcla de residuos sólidos después de un desastre natural

El caso del terremoto de Hanshin–Awaji, 1995

Como resultado del gran terremoto de Hanshin–Awaji, se acumularon en la ciudad de Kobe hasta 20 millones de toneladas de residuos, compuestos por escombros y restos de demolición, mezclados con residuos sólidos domésticos. Las instalaciones de manejo y tratamiento de residuos sólidos también fueron gravemente dañadas y se generó un material residual que requirió un manejo diferenciado para minimizar los riesgos para la salud de la población.

restos que puedan representar un riesgo para la salud de la población afectada.

En situaciones de emergencia por desastre natural, el manejo de los residuos sólidos y otros desechos es un factor prioritario para la salud de las poblaciones afectadas, junto con el abastecimiento de agua segura, la adecuada disposición de excretas y la higiene alimentaria. Registros epidemiológicos después de ocurrido un desastre natural indican que además de las lesiones por trauma, a veces existe un incremento significativo de infecciones respiratorias y diarreas (véase el recuadro de la página 1), muchas de ellas ocasionadas por los puntos de acumulación de residuos domésticos y material orgánico putrescible, que se convierten en focos de agentes transmisores de enfermedades y del desarrollo de vectores patógenos. La acumulación de lodos, escombros y restos de demolición se convierte en causa principal de las afecciones respiratorias y de la piel, al igual que la presencia de grandes cantidades de cenizas. De igual manera, el manejo inadecuado de residuos potencialmente peligrosos como los residuos infecciosos generados en establecimientos de salud y los químicos tóxicos constituye un

factor de riesgo para la salud humana si no se realiza un adecuado almacenamiento, tratamiento y disposición final.

Tomando las medidas adecuadas, se lograrán eliminar focos potenciales de proliferación de vectores transmisores de enfermedades (infecciones gastrointestinales, leptospirosis, dengue y similares), de afecciones respiratorias y de lesiones físicas. Una de las medidas principales será la rápida remoción de la mayor cantidad de residuos. La limpieza de vías no solo restablece el libre tránsito en las rutas de acceso y comunicación sino que también tiene un impacto psicológico positivo en la población. Otro aspecto fundamental será evitar la mezcla de residuos sólidos domésticos con aquellos compuestos por escombros y residuos de demolición o peligrosos, como ocurrió después del terremoto de Hanshin-Awaji, Japón, el 17 de enero de 1995 (véase el recuadro de esta página).

Esta guía permitirá establecer criterios y ejecutar las acciones básicas para desarrollar un manejo adecuado de los residuos sólidos después de un desastre natural. Estas acciones deberán diseñarse y ejecutarse como un sistema integrado de gestión de los residuos sólidos.

Este documento está dirigido a los técnicos de saneamiento y al personal especializado que habitualmente destina sus esfuerzos al restablecimiento de los servicios básicos, tanto para la población en general como para atender la demanda de refugios, albergues y campamentos de socorro.



CAPÍTULO 2

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

a. Componentes de un sistema de manejo de residuos sólidos en condiciones normales

El sistema convencional utilizado para un correcto manejo de los residuos sólidos generados por una población comprende una serie de componentes concatenados entre sí, desde su origen hasta su disposición final.

Generación. Las actividades diarias generan una diversidad de residuos sólidos. En el caso de los residuos domésticos, esta diversidad comprende material desechado, envases o embalajes y restos orgánicos de alimentos. En el siguiente cuadro se presentan indicadores utilizados en la Región para determinar la generación diaria de residuos sólidos por habitante.

Es importante tomar en cuenta que en América Latina y el Caribe, los residuos sólidos domésticos contienen en promedio 50% de residuos orgánicos y alcanzan hasta 80% en localidades menores, urbano-marginales o rurales. En este punto se aplican las prácticas de minimización (reúso de envases, reciclaje de materiales, segregación) con el fin de reducir la cantidad de residuos generados.

También se aplica el término a los residuos sólidos peligrosos, aquellos que por sus características inherentes pueden dañar la salud humana o ambiental y, por lo tanto, deben tener un manejo adecuado. Entre estos, tenemos a los residuos infecciosos provenientes de establecimientos de salud

Cuadro 1
Indicadores de generación diaria de residuos por habitante

Organización	Generación diaria de residuos por habitante (kilogramos)
OPS ^a	0,3 a 0,8
CEPAL ^b	0,5 a 1,2

^a OPS. **Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.** Washington, D. C. 1998, p. 37.

^b CEPAL. **Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos.** Chile. 1997, p. 19.

(su generación puede variar de 0,5 a 1,5 kilogramos por cama por día¹) y a aquellos provenientes de actividades productivas con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, cuya generación es sumamente variable y depende del tipo de proceso empleado, de la materia prima y de los insumos, entre otros factores.

Almacenamiento o acondicionamiento. Comprende la etapa de acopio temporal, bajo condiciones seguras, de los residuos sólidos en el lugar de generación hasta que son retirados por el servicio de recolección. Existe una amplia variedad de recipientes clasificados en función de su capacidad, como se aprecia a continuación (cuadro 2).

La selección depende del tipo y características de los residuos que van a ser recolectados, del tipo de sistema de recolección empleado, de la frecuencia de recolección y del espacio disponible para la ubicación del recipiente. En América Latina y el Caribe no se ha logrado estandarizar el uso de recipientes adecuados y bolsas de plástico, salvo parcialmente en La Habana, Río de Janeiro y Buenos Aires².

Cuadro 2
Volúmenes de recipientes por tamaño

Tamaño del recipiente	Capacidad
Pequeño	Menor de 150 litros
Mediano	De 150 a 7.000 litros
Grande	Mayor de 7 m ³

Cuando la capacidad técnica lo permite, el sistema de manejo de residuos sólidos incluye una fase de almacenamiento intermedio que presta servicios a un área o localidad determinada y hace uso de contenedores cuya capacidad ha sido definida previamente. Esto optimiza las rutas de recolección, pero demanda vehículos apropiados para la recolección o recambio.

Recolección y transporte. Incluye las actividades propias de la recolección de los residuos sólidos en su sitio de origen de acuerdo con la frecuencia y los horarios preestablecidos, y su traslado hasta el sitio donde deben ser descargados una vez agotada su capacidad. Este sitio puede ser, bien una instalación de procesamiento, tratamiento o transferencia de materiales, bien el relleno sanitario donde se realizará la disposición final. La recolección de los residuos se realiza en promedio cada tres o cuatro días.

La recolección constituye una de las fases más complejas y costosas del manejo de los residuos sólidos y en la mayoría de los casos representa entre 80% y 90% del costo total del servicio. Con el propósito de optimizar el desempeño, se pueden utilizar diversos tipos de sistemas de recolección de acuerdo con las características de la zona atendida: atención puerta a puerta o centros de acopio con o sin traslado de recipientes.

Los vehículos utilizados para realizar la actividad deben ser apropiados para las características locales. Se pueden utilizar vehículos especialmente dise-

¹ Ministerio de Salud del Perú. Dirección General de Salud Ambiental. **Diagnóstico situacional del manejo de los residuos sólidos de hospitales administrados por el Ministerio de Salud.** Lima: DIGESA, 1995, p. 214.

² OPS. **Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.** Washington, D. C.: OPS, 1998, p. 46.

ñados para ello, como los que están dotados de compactación transitoria³, camiones de baranda o de tolva basculante e incluso, para las pequeñas poblaciones y áreas marginales, tractores agrícolas conectados con remolque y carretas de tracción animal, entre otros.

Es importante destacar que los residuos peligrosos siempre deben ser recolectados en forma separada, utilizando vehículos especiales de acuerdo con el tipo de residuo.

La recolección de los residuos sólidos se complementa con servicios de limpieza de calles y áreas públicas. También existen casos en que el sistema de recolección forma parte de un programa de reciclaje, por lo que los vehículos están acondicionados para la recogida diferenciada de residuos.

En América Latina y el Caribe se ha logrado una cobertura de recolección de hasta 89% en las ciudades grandes y de 50% a 70% en las de menor tamaño⁴.

Transferencia. Constituye una fase intermedia entre la recolección y la disposición final de los residuos sólidos. Se puede definir como la operación de trasbordo de los residuos recolectados con vehículos de pequeña capacidad a vehículos de mayor capacidad (hasta 60 m³), los cuales transportarán dichos residuos hasta el punto de disposición final. De este modo, se aumentará la eficiencia del sistema de recolección. Las instalaciones donde se realiza esta operación pueden estar dotadas o no de sistemas de compactación y la actividad puede llevarse a cabo directamente o contar con almacenamiento intermedio. En este último caso, se trata de una operación de trasbordo indirecto.

En términos generales, la instalación de estaciones de transferencia se suele justificar en situaciones donde el sitio de disposición final está ubicado a distancias mayores de 20 kilómetros desde el último punto de recolección o el tiempo de viaje es mayor al que representa el 15% de la jornada de trabajo.

Aprovechamiento. Tiene como objetivo la recuperación de materiales, preferiblemente en el sitio de origen, a fin de disminuir el volumen de residuos por manejar y lograr su aprovechamiento económico. Aquí se incluye la separación de materiales que pueden ser utilizados directamente sin cambiar su forma o función básica (reúso) o para ser incorporados a procesos industriales como materia prima y ser transformados en nuevos productos de composición semejante (reciclaje).

Aun cuando son muchas las ventajas que se atribuyen al aprovechamiento, tales como generación de empleo organizado, reducción del volumen de residuos, disminución de las necesidades del equipo recolector, incremento de la vida útil de los rellenos sanitarios, entre otros, se debe garantizar la existencia de un mercado consumidor para los materiales recuperados.

Tratamiento. El procesamiento de los residuos mediante métodos físicos, químicos o biológicos se realiza con el fin de reducir su volumen o característi-

³ Existe en el mercado una amplia variedad de equipos, cuya capacidad varía de 4,58 a 38,22 m³, equivalentes a 6,0 y 50,0 yd³, respectivamente.

⁴ OPS. Op. cit., p. 50.

cas de peligrosidad, entre otros objetivos. Los métodos con mayor perspectiva de aplicación en la Región son el compostaje, la lombricultura y la incineración. La decisión sobre la implantación de alguno de estos sistemas debe ser resultado de un análisis profundo y sistemático que tome en cuenta las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de la localidad.

Es importante destacar que estas opciones no son soluciones finales ni definitivas. En todos estos procesos se generan residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario.

Disposición final. Constituye la última etapa operacional del manejo de residuos sólidos y debe realizarse con condiciones seguras, confiables y de largo plazo. El método aplicable prácticamente para todo tipo de residuos es el relleno sanitario, definido como una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo en instalaciones especialmente diseñadas y operadas como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros como para minimizar efectos adversos para el ambiente y para la salud pública. Se puede considerar también como un método de tratamiento, en tanto que el relleno se convierte en un digestor donde se dan cambios físicos, químicos y biológicos.

En la operación de un relleno sanitario se utilizan principios de ingeniería para confinar los residuos en un área definida, que es cubierta diariamente con capas de tierra y compactada para reducir su volumen. Además, se prevé la aplicación de sistemas que permitan controlar los líquidos y los gases producidos por el efecto de la descomposición del material orgánico presente en los residuos. Su éxito radica en la adecuada selección del sitio, la calidad del diseño de la obra y, por supuesto, de su óptima operación y control.

Si bien en la Región se ha incrementado progresivamente el uso de rellenos sanitarios, aún existe un gran porcentaje de residuos que son dispuestos inadecuadamente. En un estudio realizado por la OPS en 33 ciudades, se determinó que en 57% de ellas la basura va a parar a rellenos sanitarios y en 29% a rellenos semicontrolados⁵. El 14% restante corresponde a residuos vertidos en botaderos clandestinos y a la disposición en las vías públicas donde no hay recolección. Se debe reconocer, sin embargo, que esto ocurre solo en algunas grandes ciudades que por su tamaño producen desviaciones estadísticas, lo que puede conducir a un optimismo exagerado; la situación en general —y en especial al interior de los países de la región— no es tan positiva.

Para la disposición final de los residuos peligrosos, es común la eliminación en las denominadas "celdas de seguridad" o en sistemas de confinamiento similares bajo tierra.

b. Efectos de los desastres naturales en el sistema de manejo de residuos sólidos

Por lo general, el manejo de los residuos sólidos urbanos en situaciones normales no es tan eficiente como se desea, principalmente en países en vías

⁵ OPS. Op. cit., p. 63.

de desarrollo. Si bien la cobertura de recolección de residuos sólidos puede alcanzar altos niveles en zonas urbanas, la situación es muy distinta en localidades del interior o en las zonas rurales. De manera similar, existe regularmente el problema de la falta de zonas adecuadas para la conveniente disposición final de los residuos.

Es fácil imaginar cómo puede afectar una catástrofe a un sistema que ni siquiera antes era satisfactorio. Los desastres naturales tienden a afectar de distinta manera los sistemas de manejo de residuos sólidos. Las inundaciones pueden poner al descubierto los residuos enterrados y arrastrarlos a los ríos o a otras fuentes de agua potable.

Es probable que ocurra la generación adicional de residuos por malezas (plantas y árboles), escombros, cadáveres y animales muertos, e inclusive la remoción de residuos sólidos de puntos de disposición final existentes. Algunos eventos como las erupciones volcánicas generan en el ambiente gran cantidad de cenizas, que al depositarse requieren un manejo especial.

La catástrofe probablemente interrumpa el sistema normal de recolección de residuos y quizás agregue todavía más cantidad de ellos. Incluso aun cuando exista una rápida respuesta, en ocasiones los vehículos recolectores no podrán llegar hasta los puntos de almacenamiento porque los caminos se encontrarán obstruidos o simplemente por las averías que habrán sufrido las vías de acceso.

Los puntos de disposición final podrían quedar fuera de uso por estar inaccesibles. Asimismo, la existencia de tierras para la disposición final puede ser un problema que se tornará crítico en ambientes insulares.

Ante una situación de desastre, los encargados de las instalaciones del sistema de manejo de residuos sólidos (estaciones de transferencia, plantas de tratamiento, rellenos sanitarios, etcétera) deben reportar ante el comando de la emergencia la situación de la instalación después del desastre.

Otro aspecto que debemos tomar en cuenta es la generación de residuos en albergues o campamentos, debido a su particular densidad poblacional y a sus deficientes condiciones de saneamiento, y en los establecimientos de salud.

Algunos de estos temas se desarrollan a continuación.

Variaciones en el conjunto de usuarios que se atienden en condiciones normales

Después del terremoto de 1999 en Armenia (Colombia), las empresas públicas (EPA) tuvieron que enfrentar, entre otros problemas, la pérdida del catastro de usuarios, porque el que existía ya no tuvo vigencia. Algunos usuarios murieron, otros perdieron sus viviendas y otros cambiaron de localización, de tal forma que en noviembre de 2002, la EPA reportó la pérdida de 16.234 suscriptores junto con la alteración de los niveles de estratificación socioeconómica, puesto que los suscriptores parcialmente afectados pasaron a estratos más bajos y debieron ser subsidiados sin que se contara con recursos disponibles para tal fin. La EPA debió realizar el servicio de aseo en forma integral, inclusive en los albergues producto del proceso de reconstrucción. Esto significó pérdidas económicas para la empresa, ya que durante el desastre y en la etapa posterior debió continuar prestando el servicio sin que se presente el consecuente incremento en sus ingresos ni la recuperación de los usuarios que antes formaban parte de su catastro.

Generación. Las características de los desechos cambian como consecuencia de los desastres. De acuerdo con el área geográfica afectada y su ubicación, los efectos en las características de los desechos serán mayores (volumen, composición, etcétera). La ocurrencia de fenómenos como terremotos suele ocasionar el incremento de la cantidad de residuos sólidos; por ejemplo, en la ciudad de Armenia, Colombia, en tiempos normales se recolectaban y disponían 160 toneladas por día; en el primer mes después del terremoto de 1999 se pasó a disponer y recolectar 420 toneladas por día⁶.

Almacenamiento. Los lugares habituales destinados para tal efecto no pueden ser utilizados o resultan inaccesibles como consecuencia de la destrucción o la inseguridad que representan las infraestructuras después del desastre, lo que trae como consecuencia la proliferación de vectores.

Recolección. Las rutas de recolección se ven sustancialmente afectadas como consecuencia de la destrucción de edificaciones y la acumulación de escombros en las vías de acceso. Cuando el desastre es un sismo, con frecuencia las personas improvisan sus albergues frente a los restos de su vivienda, con el fin de cuidar sus pertenencias, lo que imposibilita el acceso de vehículos o del medio de transporte utilizado en la recolección. A ello hay que añadir que los vehículos que tradicionalmente se dedican a la recolección se prestan para realizar otras actividades de apoyo tales como la repartición de alimentos y la organización de albergues.

Transporte y transferencia. Usualmente, este es el servicio menos afectado debido a que sus instalaciones tienden a ubicarse en las afueras de las

zonas urbanas y sus recorridos se hacen sobre las vías principales, las cuales son las primeras en despejarse después de un desastre.

Tratamiento. Debido a que la mayoría de los sistemas de tratamiento requieren, en condiciones normales, desechos preseleccionados, su uso suele verse afectado como consecuencia de la mezcla de desechos.



Bloqueo de vías por escombros.

⁶ Tras el episodio de Armenia, la energía se desconectó durante cinco días y todos los productos de las refrigeradoras caseras e industriales entraron en procesos de descomposición: carne podrida en las viviendas, plazas y supermercados. Para estas contingencias, se deben tomar medidas como mantener los alimentos secándolos al calor y adicionándoles sal, si las condiciones del clima en la localidad afectada así lo permiten. En Armenia también se incrementó la cantidad de residuos por la gran cantidad de ropa y zapatos en mal estado que la población eliminaba, además de los empaques de la ayuda recibida.

Disposición final. El uso de los sitios de disposición final puede verse muy afectado por su inaccesibilidad y por los daños estructurales producidos, después de desastres naturales tanto de tipo climatológico como de origen geológico, ya que la demanda de uso aumenta y la presión de recibir todo tipo de materiales se incrementa. También puede ocurrir que estos sitios se utilicen para el depósito o descarga de grandes cantidades de escombros y restos de demolición, lo que acortará ostensiblemente su vida útil. En el caso de Armenia⁷, los escombros del terremoto fueron llevados al relleno municipal, lo que saturó su capacidad y agravó el problema de la disposición final.

En el cuadro 3 se resumen los efectos que tienen los diferentes tipos de desastres naturales sobre los sistemas de manejo de residuos sólidos.

Cuadro 3
Posibles efectos de diferentes tipos de desastres sobre el sistema de manejo de residuos sólidos

	Terremotos	Huracanes/ tornados	Inundaciones	Tsunamis
Daños a estructuras y obras civiles	Daños severos	Daños fuertes	Daños fuertes	Daños mínimos
Fallas en el transporte	Daños severos	Daños severos	Daños severos	Daños fuertes
Reducción de equipamiento	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos fuertes
Reducción de personal	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos
Contaminación de suelo, agua y aire	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos

Leyenda: **Daño severo:** colapso de estructuras o vías. **Efecto severo:** consecuencias graves sobre algún componente. **Daño fuerte:** estructuras afectadas parcialmente. **Efecto fuerte:** algún componente ha sido afectado parcialmente. **Efecto mínimo:** sin mayores trastornos o consecuencias.

Adaptado de OPS. **Gestión de salud ambiental después de desastres naturales.** Publicación Científica 430.

⁷ De acuerdo con lo referido en los documentos expedidos por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (1999, 2001), la Procuraduría Judicial II Ambiental y Agraria del Departamento de Caldas y el Eje Cafetero (2002) y la carta Empresas Públicas de Armenia (2002).



CAPÍTULO 3

ASPECTOS DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN SITUACIONES DE DESASTRE

a. Organización

Como parte de la activación del sistema de respuesta, es recomendable que el equipo a cargo del mando designe a un equipo mixto especializado para el manejo de los aspectos de saneamiento básico. Este equipo deberá estar constituido por representantes del gobierno local (municipio, provincia, departamento, región o estado), de las instituciones gubernamentales (organizaciones de defensa civil, sectores de transportes y construcción, ejército) y organizaciones de apoyo especializadas (agencias internacionales, organismos no gubernamentales)⁸. Este equipo designará, a su vez, a los responsables del manejo de los residuos sólidos, a quienes debe brindarse las facilidades requeridas de acuerdo con los recursos existentes y las prioridades establecidas por el comando. El equipo analizará la situación, determinará las necesidades y establecerá los mecanismos y canales de coordinación y comunicación. Además, obtendrá los recursos necesarios y brindará apoyo logístico para el desarrollo de otras actividades propias de la atención del desastre; de esta manera, se evitarán problemas de dirección para atender la emergencia. En este sentido, es primordial la asignación de la línea de mando; es decir, la definición del responsable del servicio, de los mandos medios y los operadores, además de la identificación de los responsables alternos y un registro de datos personales.

Aspectos de organización y logística

Como actividad previa del equipo de residuos sólidos, es recomendable que se desarrollen las siguientes acciones:

- **Aspectos de logística.** Identificación preliminar de organizaciones que puedan apoyar después del desastre, recursos humanos disponibles, maquinaria pesada, materiales y equipos, incluidas las vías de comunicación y la coordinación (bomberos, Cruz Roja, policía, militares, servicios médicos y paramédicos,

⁸ Generalmente, se trabaja en un escenario en el que la autoridad sanitaria o ambiental declara en emergencia el servicio de limpieza pública. Se puede suspender o flexibilizar el cumplimiento de determinadas leyes o regulaciones vigentes en condiciones normales.

organismos de defensa civil, organizaciones de salud pública y de control ambiental, departamentos de obras públicas y de transporte, entre otros). Se deberán establecer las necesidades específicas para coordinarlas con las organizaciones de apoyo, con el fin de recibir los implementos más adecuados para el tipo de desastre, la localidad y las condiciones existentes. La elaboración de un organigrama facilitará esta tarea.

- **Inventario de suministros y equipos.** Para ello se deben considerar en detalle y de manera separada la maquinaria y las herramientas y equipos existentes, incluidos los que están disponibles en tiendas comerciales.
- **Programa de auditoría.** Para fiscalizar ayudas y donaciones.

Aspectos técnicos y operativos

- **Identificar los principales generadores de residuos que serán atendidos.** Precisar su ubicación, cantidad, tipo, características y condiciones de manejo. Se elaborará un inventario de contactos relacionados con los generadores de residuos, para preparar con ellos los mecanismos y procedimientos del servicio durante la emergencia.
- **Elaborar un mapa de riesgos de la zona afectada.** Para lograr un mayor impacto con la implementación del sistema de manejo de residuos sólidos.
- **Evaluación física de la infraestructura relacionada con el sistema de manejo de residuos sólidos.** Los organismos competentes deben evaluar los rellenos, plantas de tratamiento, etcétera, y su capacidad instalada para recibir o procesar desechos.
- **Análisis de vulnerabilidad.** Identificar los aspectos vulnerables después del desastre: potenciales deslizamientos, edificios por colapsar, puntos de acumulación de residuos sólidos, ubicación de campamentos. También las posibles fuentes generadoras de residuos peligrosos, los sitios donde se manejan sustancias químicas, hospitales y albergues públicos.

Adicionalmente, se elaborará un plan de trabajo: el mapa de riesgos facilitará un adecuado manejo de los residuos sólidos porque permitirá definir de manera preliminar la cantidad de residuos generados; el número y la localización de recipientes; la frecuencia y tipo de recolección; la posibilidad de acceso y salida del punto central de la comunidad; el tipo de vehículos recolectores; los sitios de almacenamiento temporal, de transferencia y disposición final; el personal disponible y las fuentes de financiamiento. Se incluirán también los distintos centros operativos de apoyo (garajes, talleres, bodegas, etcétera). Este plano deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Asignación de recursos y presupuesto.** De acuerdo con los puntos críticos identificados y las prioridades, se optimizarán las zonas de mayor impacto (apertura de vías, distribución de material de almacenamiento de residuos, implementación de puntos de disposición final).

- **Transporte.** Definición de medios de transporte del personal que va a atender la emergencia desde los diferentes centros operativos.
- **Alimentación.** Se deberá garantizar la alimentación y la dotación de agua del personal asignado.
- **Protección del personal.** Equipamiento adecuado para el personal que participa en el sistema, de preferencia el que atiende los puntos de generación de residuos potencialmente peligrosos. La población que participa también deberá contar con vestimenta de protección personal.
- **Especificaciones de las medidas de emergencia.** Se deberán definir prioridades de atención para los sectores de la población más afectada (albergues, hospitales) mediante planes de emergencia específicos, así como la inmediata remoción de escombros para el acceso de equipos de socorro.
- **Elaboración de fichas de control para cada uno de los flujos de residuos por manejar.** Se debe indicar en estas fichas cómo deben almacenarse, recolectarse y disponerse los residuos. Se señalarán los posibles riesgos generados por un mal manejo, así como las medidas preventivas para proteger la salud de la población y evitar daños al ambiente.
- **Especificación de medidas de recuperación.** Se incidirá en el restablecimiento y acondicionamiento de los sistemas existentes, para llenar vacíos en el sistema de manejo de residuos.
- **Mejora de la capacidad.** Progresivamente, se tratará de implementar el sistema hasta los niveles existentes antes del desastre.

Establecimiento de mecanismos de coordinación, comunicación y seguimiento

- **Acuerdos de coordinación.** Es muy importante establecer líneas claras de coordinación y comunicación para interactuar con el equipo director de la atención del desastre. Se deberá conocer sus necesidades, atender sus requerimientos y coordinar la parte operativa de la prestación del servicio. La participación interinstitucional deberá estar necesariamente coordinada a través del mando general del desastre y las actividades se distribuirán de acuerdo con la disponibilidad de recursos y competencias.
- **Comunicaciones.** Definir el sistema de comunicación que se va a utilizar entre los centros operativos y el personal asignado, de acuerdo con el equipamiento existente. Debe establecerse un medio de retroalimentación.
- **Gestión social.** Es necesario establecer un programa de comunicación tanto con la comunidad como con el personal que está prestando el servicio. Debido a las condiciones mismas de la emergencia, la prestación del servicio será variable y difícilmente podrá obedecer a un programa preestablecido, por lo cual se debe mantener informada a la comunidad y al personal involucrado acerca de las interferencias en el servicio.

b. Agentes participantes

Población. Durante una emergencia a veces no se cuenta con la participación de especialistas y del equipo necesario, por lo que deben utilizarse primero los materiales y recursos humanos locales. Se procurará la participación activa de los habitantes del lugar. La mayoría de actividades que se planteen van a requerir la participación de la población, para que los residuos sean almacenados adecuadamente o, en su defecto, enterrados con criterio sanitario. La organización de brigadas de limpieza es un aspecto muy importante para incorporar a la población en la recuperación del sistema de manejo de residuos sólidos.

Gobierno local. El municipio, ayuntamiento, condado o la autoridad política local, que por lo general está a cargo del manejo de residuos, será responsable de identificar y poner operativas las capacidades existentes. Para ello deberá definir claramente las necesidades, a fin de implementar el sistema en todos sus componentes, aun cuando sea a nivel preliminar. Es el sector idóneo para determinar los requerimientos locales y de este modo hacer efectivo el servicio de manejo de residuos sólidos.

Gobierno central. A través de la organización estatal o nacional, proporcionará la ayuda mediante personal especializado (sector salud, instituciones estatales de asistencia), de maquinaria (sectores de obras públicas, transportes, construcción, vivienda, ejército), además de canalizar las posibles fuentes de asistencia externa y fiscalización.

Universidades. El aporte de las instituciones académicas es fundamental y valioso. Generalmente, se orienta a acciones de promoción, capacitación y educación sanitaria, además de proveer recursos humanos calificados.

Empresa. La participación de la empresa privada es fundamental para el suministro de equipo y materiales necesarios en el manejo adecuado de los residuos generados después de un desastre.

ONG e instituciones de cooperación. Además de participar con personal especializado según el tipo de emergencia, complementan la atención a la población en aspectos de educación sanitaria, promoción de la salud preventiva y aspectos sociales. Existen también organizaciones especializadas en la implementación de albergues o levantamiento de campamentos.

Medios de comunicación. Son la herramienta que facilita la comunicación masiva. También participan informando y orientando a la población afectada.

Especialistas. Los especialistas que pongan a disposición las instituciones de apoyo (gubernamentales, privadas o de asistencia) serán destacados por el mando central de la emergencia mediante un equipo coordinador y equipos de trabajo para tareas específicas. Estas personas deberán tomar en cuenta que a pesar de las presiones a las que están expuestas cuando ejecutan medidas urgentes de corto plazo, no deben perder de vista la necesidad última de rehabilitación y mejoramiento de los servicios de saneamiento a largo plazo. Debe

recordarse también que no constituirá un objetivo inmediato mejorar las condiciones después del desastre a niveles que superen los anteriores a su ocurrencia, por lo menos en los periodos inmediatamente posteriores. Se recomienda sopesar con prudencia el asesoramiento de expertos que no estén familiarizados con los servicios preexistentes.

c. Acciones iniciales

Con el fin de lograr un adecuado manejo de los residuos sólidos en la zona afectada, se recomienda seguir las siguientes acciones iniciales:



Fuente: **Water, Engineering and Development Center. Emergency Sanitation: Assessment and Programme Design.** Reino Unido, 2002.



CAPÍTULO 4

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DESPUÉS DE UN DESASTRE NATURAL

En las páginas siguientes se presentan los procedimientos que se deben seguir en cada etapa del manejo de los residuos sólidos domésticos, después de la ocurrencia de un desastre natural. Se debe tener en cuenta que la participación de todas las organizaciones señaladas anteriormente, incluida la población del lugar afectado, es un factor fundamental para tener éxito en la intervención.

a. La generación de residuos sólidos en situaciones de desastre natural

Aunque no se han realizado estudios específicos respecto a la generación de residuos sólidos de tipo doméstico en situaciones de desastre, se puede prever una gran variabilidad en su composición y cantidad, de acuerdo con la localidad, la rapidez de la respuesta, los usos y costumbres locales y el tipo de desastre natural ocurrido. En general, la ocurrencia de desastres modifica la habitual generación de residuos, se incrementan los restos de envases y embalajes —papeles, plásticos y cartones— provenientes de la ayuda externa (por ejemplo, terremoto de El Salvador, 13 de enero del 2001) y se reduce la generación de materia orgánica. Con el fin de reducir el volumen de residuos, debe evitarse la distribución de productos que generen grandes cantidades de desechos debido a su embalaje o preparación; asimismo, en tanto no existan riesgos para la salud y siempre que sea una práctica conocida, se deberá alentar el reciclaje de los residuos sólidos⁹.

En el cuadro 4 se presentan algunos indicadores de generación de residuos después de la ocurrencia de un desastre natural.

La producción de residuos sólidos puede incrementarse especialmente por la donación de grandes cantidades de productos enlatados, procesados y perecederos, muchos de los cuales deben transportarse en ocasiones directamente al sitio de disposición final, sin haberse consumido. En estos casos, la producción puede aumentar,

⁹ Proyecto de la Esfera. **Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre**. Ginebra, 1999, p. 16.

Cuadro 4
Indicadores de generación de residuos
después de un desastre natural

Tamaño de la población o asentamiento humano	Indicador
Ciudades pequeñas, zonas rurales, refugios, albergues y campamentos ^a	200 a 400 gramos por habitante/día (indicador utilizado tras el paso del huracán Mitch en Nicaragua, octubre y noviembre de 1998).
Ciudades o poblaciones mayores ^b	2 a 4 m ³ de residuos por día/1.000 habitantes (equivale a 300-600 gramos por persona).

^a OPS/CEPIS. **Informe Técnico 477-Medidas de apoyo a la situación de emergencia; Managua**, Nicaragua. Lima, OPS/CEPIS, 1999, p. 5.

^b OMS/Regional Office for the Eastern Mediterranean. **Environmental Health Management in Emergencies**. Alejandría, OMS, 1991, p. 67.

ría a la población para utilizar bolsas plásticas o de papel, a fin de facilitar la recolección y la limpieza. En caso que no se cuente con estos recipientes, que la población tiende a destinar para almacenar agua, se recomienda utilizar alternativas limpias y siempre tapadas.

Si se determinan zonas específicas (poblaciones pequeñas o rurales, ámbitos focalizados de zonas urbanas) con elevado riesgo sanitario debido al manejo de residuos sólidos, así como para albergues y campamentos, se destinarán recipientes de almacenamiento de acuerdo con la proporción especificada en el cuadro 5.

como sucedió en Armenia, de 0,57 kilogramos al día por habitante a 1,5 kilogramos diarios per cápita.

b. Almacenamiento de residuos en el punto de origen

Con el fin de almacenar adecuadamente los residuos generados por la población, se utilizarán recipientes impermeables y con tapa hermética, de preferencia plásticos o metálicos, e instalados en lugares inaccesibles a insectos, roedores u otros animales (sobre tarimas o superficies elevadas respecto al nivel del suelo); se orienta-

La capacidad de los recipientes deberá ser suficiente para el almacenamiento de los residuos por lo menos durante cuatro días y se podrá ajustar la capacidad de almacenamiento si se aumenta el número de recipientes. Los recipientes deberán poder ser manipulados por dos personas fácilmente y se ubicarán en lugares alejados no más de 15 metros de las viviendas. Se orientará a la población



Uso de recipientes de almacenamiento en campamentos.

A. Cantanhede, 2001

para que disponga los residuos en bolsas plásticas, para facilitar la recolección y mantener los recipientes limpios.

Para el caso de albergues y campamentos, o cuando se dificulte la ejecución de las rutas de recolección y la población esté debidamente sensibilizada respecto a los riesgos sanitarios, se podrán utilizar contenedores de almacenamiento intermedio de uno a doce metros cúbicos de capacidad, siempre que se mantengan en condiciones higiénicas y se pueda tapar los residuos adecuadamente¹⁰. Se utilizarán estos contenedores como depósito de bolsas de residuos y no para almacenar residuos directamente, debido a que por lo general no se cuenta con camiones capaces de levantarlos, de manera que el manejo de los residuos es realizado directamente por los ayudantes del camión recolector. En este sentido, la disposición de los residuos se hará con el criterio de facilitar su recolección y evitar la presencia de insectos o roedores, malos olores e impacto visual, sobre todo para los residentes en las cercanías.

c. Recolección y transporte

Después de un desastre natural, el servicio regular de recolección se ve directamente afectado, tanto por la reducción del personal como por el empleo de unidades en las tareas inmediatas de remoción de escombros en zonas críticas, en la distribución de alimentos, frazadas, menajes y transporte de equipos de atención. Además, por lo general, las vías se encuentran dañadas u obstruidas. Se deberá organizar y movilizar, mediante organismos como defensa civil, a brigadas conformadas por pobladores de la zona afectada para cubrir los vacíos de recursos humanos. Antes de iniciar el servicio de recolección, se deberá determinar la cantidad de residuos sólidos por recolectar y la proyección de generación, la frecuencia de la recolección, la cantidad y el tamaño de los vehículos recolectores, el personal adicional necesario, el método de disposición final y los lugares donde esta se realizará. La flota por utilizar estará debidamente identificada y se tendrá especial cuidado en la asignación de funciones de los vehículos (por ejemplo, no se debe utilizar camiones compactadores para la remoción de escombros). Es preferible contar con un plan de mantenimiento de contingencia con el fin de mantener la flota operativa durante la emergencia.

Se recomienda destinar 2,5 trabajadores por cada 1.000 residentes de albergues o campamentos¹¹. Este personal realizará las tareas de limpieza de

Cuadro 5
Volumen de almacenamiento requerido según población

Cantidad de habitantes	Volumen requerido
10 a 20 familias	100 a 200 litros ^a
25 a 50 personas	50 a 100 litros ^b

^a Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, 1999.

^b OPS. **Manual de Vigilancia Sanitaria-Saneamiento en Desastres**. Washington, D. C., OPS, 1996, p. 104.

¹⁰ OMS/PNUMA. **Manual on Water and Sanitation for Health in Refugee Camps**. Jordania, OMS/PNUMA, 1991, p. 11.

¹¹ OMS-PNUMA. Op. cit., p. 11. El número mencionado puede utilizarse también para el caso de poblaciones pequeñas, rurales o ámbitos focalizados de zonas urbanas.

calles y espacios abiertos; recolección de residuos de recipientes, instalaciones, mercados y otros emplazamientos; y traslado hasta el punto de tratamiento o disposición final. El número se irá reduciendo progresivamente según se organicen los servicios del refugio. Se tendrá como prioridad utilizar al personal más familiarizado con los servicios de manejo de residuos sólidos y con mayor conocimiento de la localidad afectada.

En situaciones de emergencia, puede utilizarse todo tipo de camiones, aunque por las condiciones es preferible el uso de camiones volquete (con tolva basculante hidráulica para un volteo inmediato). Con el fin de complementar el servicio existente, se dispondrán las siguientes acciones: la recolección deberá realizarse, en lo posible, cada cuatro días como máximo; en el caso de poblaciones pequeñas, rurales, ámbitos focalizados de una zona urbana o para atender albergues y campamentos, puede hacerse la recolección manual de los residuos sólidos, con carretas o vehículos similares (triciclos) de un metro cúbico de capacidad¹²; en caso de que el servicio no llegue a estos lugares, se debe organizar el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos con intervención de las personas que habitan el albergue o campamento.

Siempre es preferible la recolección mediante camiones; un vehículo de estos con capacidad de cinco toneladas (aproximadamente 10 m³) operado por un chofer y dos ayudantes puede servir para atender hasta 10.000 personas, lo que podría representar hasta tres viajes por día hasta la zona de disposición final¹³.

Se establecerán rutas y frecuencias de acuerdo con los estimados de generación de residuos. Estas rutas y frecuencias serán comunicadas a la población con prontitud. En la medida de lo posible, las rutas y frecuencias serán las

mismas que funcionan en condiciones normales pues es a ellas que está habituada la población. En zonas rurales o semiurbanas, en caso de que el servicio de recolección no se encuentre operando, los residuos sólidos deberán ser dispuestos sanitariamente, mediante alguno de los métodos descritos a continuación. En el caso de las zonas urbanas, es preferible el uso de contenedores y, en último caso, la incineración controlada, tal como se señala más adelante.

Implementos que deben formar parte del equipamiento de las unidades motorizadas

1. Alarma audible y lámparas sordas (estas últimas en caso de que el transporte sea nocturno).
2. Lote de herramientas para reparaciones menores.
3. Indicadores fosforescentes y equipo de señalamiento para evitar accidentes o sucesos similares.
4. Identificación claramente visible.
5. Lona con amarres que cubra la parte expuesta de la carrocería para evitar los derrames y la dispersión de los residuos sobre las vías.
6. Equipo de protección personal para la flotilla del vehículo (overoles, guantes, mascarillas, botas antideslizantes y gorras).

¹² OMS-PNUMA. Op. cit., p. 12.

¹³ OMS. **Guía de saneamiento en desastres naturales**. Ginebra, OMS, 1971, p. 71.

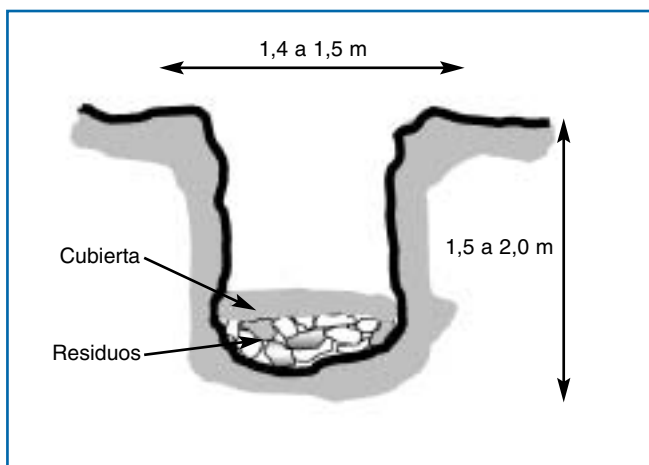
d. Tratamiento y disposición final

La eliminación (tratamiento o disposición final) siempre debe realizarse en lugares y condiciones que impidan la generación posterior de problemas sanitarios y ambientales. Las técnicas aplicables para ello implican la disposición en suelo mediante la operación de relleno sanitario o previa aplicación de procesos de incineración controlada o compostaje. En última instancia, podrá considerarse la disposición en suelo al aire libre, conjuntamente con la quema controlada de residuos. A continuación se presentan algunas consideraciones para la aplicación de estas técnicas.

Rellenos sanitarios. En la mayoría de los casos, el uso de rellenos sanitarios será el preferido para la eliminación definitiva de los residuos domésticos. Sin embargo, es común que los rellenos existentes queden inutilizados o se vuelvan inaccesibles. Por tanto, se hace necesario establecer nuevas localizaciones para restablecer el servicio. La situación más favorable ocurre cuando se dispone de sitios previamente seleccionados de acuerdo con estudios preliminares realizados. De no contarse con estos, se propone hacerlo teniendo en cuenta los siguientes aspectos, que constituyen criterios mínimos para la localización de un nuevo relleno sanitario en situaciones de emergencia:

1. El nuevo relleno sanitario debe estar fuera del radio urbano, a una distancia mínima de 500 metros de cualquier asentamiento humano.
2. Accesibilidad.
3. Suelos firmes y eriazos (sin ningún tipo de uso), de preferencia de baja capacidad de infiltración.
4. Ubicación en depresiones naturales, con pendientes suaves de preferencia, que en el futuro no representen riesgos para la población.
5. Área suficiente de acuerdo con la generación estimada y la proyección de vida útil.
6. La dirección del viento debe ser contraria a cualquier asentamiento humano o habitación urbana.
7. Aspectos de impacto ambiental (calidad de las aguas superficiales y subterráneas).
8. Evitar lugares ubicados en fallas geológicas (por ejemplo, quebradas).
9. Evitar humedales, manglares, pantanos y marismas.
10. Evitar las cercanías de los aeropuertos.

Figura 1
Zanja para residuos sólidos



11. Evitar las cercanías a corrientes de agua con caudal continuo, cuerpos receptores o pozos de agua (a una distancia de 500 metros como mínimo) y zonas de recarga de acuíferos.
12. Baja vulnerabilidad ante deslizamientos, terremotos o inundaciones.
13. Usar toda la información ambiental disponible y la reglamentación local.



Manejo inadecuado de residuos sólidos en campamentos.

Esta selección debe realizarse con el máximo cuidado, puesto que los nuevos rellenos sanitarios suelen convertirse en lugares permanentes de disposición final. Se debe tomar en cuenta que sean áreas con capacidad para una futura disposición. Si existe una fuerte precipitación, los rellenos necesitan una celda especial de trabajo a la cual se llegue a través de un camino resistente a fenómenos clima-

tológicos (all weather road); se recomienda el uso de material de construcción para aumentar la capacidad de carga del terreno.

El ejército o ministerio a cargo de las obras públicas puede proporcionar el equipo necesario para el movimiento de tierras.

Enterramiento de volúmenes menores. Este método es apropiado en poblaciones pequeñas, rurales o campamentos implementados para atender a la población, siempre que no existan facilidades para la recolección de los residuos, no se cuente con recursos o los lugares de disposición final se encuentren en puntos alejados y no se cuente con medios de transporte. Se adapta el método de trinchera mediante zanjas de 1,5 a 2 m de profundidad por 1,4 a 1,5 m de ancho. Se estima 1,0 m de largo de zanja por cada 200 personas. Al final de cada día se cubren los residuos con 20 a 30 cm de tierra, previa compactación. La capa final será de 40 cm de grosor¹⁴. Esta zanja tiene una vida útil de siete días y pueden usarse las que sean necesarias. La descomposición de los residuos tomará de cuatro a seis meses.

No se recomienda usar esta opción en albergues con instalaciones permanentes, a menos que no exista otra alternativa de eliminación.

Quema al aire libre. Se utiliza este método en pequeñas poblaciones, villas y campamentos donde la generación es poca y no hay impacto sobre zonas urbanas; usualmente, se añade un combustible como el querosene (o querosén) para facilitar la incineración.

¹⁴ OPS. **Manual de Vigilancia Sanitaria-Saneamiento en desastres.** Washington, D. C., OPS, 1996, p. 106.

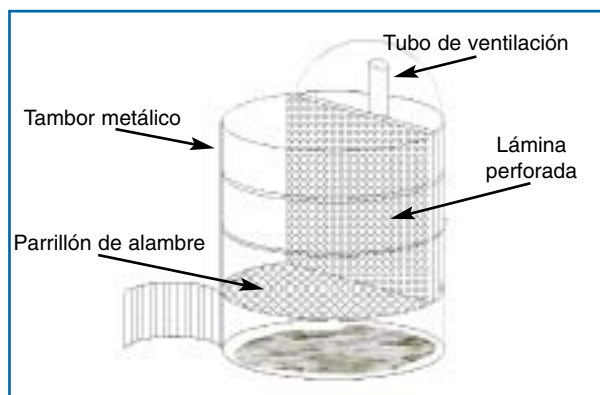
Pueden disponerse puntos pequeños de incineración si se adaptan cilindros o barriles metálicos, como se muestra en la figura 2. Estos incineradores artesanales tienen capacidad para tratar los residuos domésticos generados por 300 personas en un día por cada operación de incineración, que alcanza hasta 6 horas. Es recomendable no usar este dispositivo más de dos veces por día, para evitar su rápido deterioro.

La basura quemada será enterrada en hoyos o zanjas con una capa de tierra no menor de 40 centímetros. Antes de la incineración, deberán removerse los envases de materiales peligrosos como aerosoles, fijadores o solventes y similares. Estos serán dispuestos junto con las cenizas, preferentemente en un hoyo de disposición final, de acuerdo con las recomendaciones señaladas para el enterramiento de volúmenes menores.

Terreno para compostaje. Conforme se vaya superando la emergencia, se pueden instalar pequeñas plantas de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos para convertirlos en compost (abono orgánico). Se pueden establecer zanjas de 3 a 4 metros de ancho y de 2 a 3 metros de profundidad, cuya longitud estará determinada por la cantidad de residuos orgánicos que se generen. La zanja no estará abierta por más de 5 días¹⁵; se estima un metro de longitud por cada 1.000 personas. Los residuos serán tapados con 30 centímetros de tierra después de ser compactados y la superficie será cubierta para evitar vectores y continuamente controlada durante las dos semanas posteriores. El compost obtenido se utilizará en la recuperación de áreas verdes.

Disposición al aire libre. Este será el método que se emplee como último recurso aceptable debido a la emergencia. No es recomendable como práctica habitual debido a que los lugares en los que se realiza suelen convertirse en hábitat de agentes patógenos, además de contaminar el ambiente. Los residuos se transportan a un sitio adecuado (depresión en el terreno u hondonada) para disponerlos y quemarlos. Bajo la supervisión de personal de saneamiento, las latas y latones se aplastarán para impedir la cría de mosquitos y los residuos quemados serán recubiertos para eliminar moscas y roedores.

Figura 2
Incinerador artesanal



Lo que se debe evitar en todo procedimiento de tratamiento y disposición final

1. Solicitar herramientas, contenedores, depósitos, envases plásticos u otros implementos sin haber hecho una evaluación previa de la situación.
2. Aceptar o solicitar tecnología sofisticada para el tratamiento de los residuos de los servicios de salud sin contar con las facilidades necesarias ni con el personal capacitado para su operación.
3. Dejar la iniciativa de la solución del problema a la población.
4. Trabajar sin la cooperación de la población.

¹⁵ OMS/PNUMA. **Manual on Water and Sanitation for Health in Refugee Camps**. Jordania, OMS/PNUMA, 1991, p. 36.

CAPÍTULO 5



MANEJO DE ESCOMBROS Y RESTOS DE DEMOLICIÓN

La gravedad de los desastres naturales difiere de acuerdo con sus características. La mayoría de desastres naturales genera escombros en cantidades que superan la capacidad de los sistemas operativos de manejo de residuos sólidos.

La remoción de escombros es un componente prioritario de las acciones posteriores a los desastres. Gran parte de estos residuos no son peligrosos y algunos pueden ser reciclados. Se describen en el cuadro 6 algunos de los residuos generados en distintos tipos de desastres.

Para el manejo de escombros después de un desastre natural, debe tomarse en cuenta que en la fase inicial todos los esfuerzos estarán concentrados en el rescate de personas, si se considera que para el ser humano es posible sobrevivir hasta siete días con sus noches en estas condiciones. Es necesario, entonces, seleccionar métodos de

Cuadro 6
Residuos generados por tipo de desastre

	Escombros de edificaciones dañadas	Sedimentos del suelo	Residuos de maleza	Restos de propiedad particular*	Cenizas y maderas
Huracanes	X	X	X	X	
Terremotos	X	X	X	X	X
Tornados	X		X	X	
Inundaciones	X	X	X	X	X
Erupciones volcánicas		X			X

* Muebles, artefactos, vehículos, otros similares.

Adaptado de: EPA. **Planning for Disaster Debris**. 1995.

Cuadro 7 Cifras y desastres

Millones de m ³ de residuos de malezas generados por el huracán Hugo en Carolina del Norte (setiembre de 1989)	1,52 ^a
Millones de m ³ de escombros generados por el huracán Iniki, en Hawai (setiembre de 1992)	3,82 ^b
Millones de m ³ de escombros generados por el huracán Andrés, en Florida (agosto de 1992), solamente en el condado Metro-Dade	32,87 ^c
Millones de m ³ de escombros generados por el terremoto Northridge, en California (enero de 1994)	5,35 ^d

^a 2 millones de yardas cúbicas.

^b 5 millones de yardas cúbicas.

^c 43 millones de yardas cúbicas.

^d 7 millones de yardas cúbicas.

demolición rápidos y efectivos que faciliten el rescate de personas. Sin embargo, no debe olvidarse que se debe tener mucho cuidado para evitar colapsos no controlados después del desastre, porque pueden ocasionar mayores daños.

Teniendo en cuenta lo anterior, el manejo de los escombros se puede enfocar desde dos puntos de vista. El primero: definir las obras o acciones de mitigación y de corrección de impactos generados por los escombros. El segundo: definir las acciones para el manejo inte-

gral de los escombros por remover. Debe considerarse siempre la posibilidad de encontrar restos humanos (cadáveres o partes de ellos)¹⁶.

Las dos tareas más importantes que se deben realizar como parte del manejo integral de los escombros son el aprovechamiento de los materiales valorizables que se encuentran en ellos y la definición de escombreras, lugares técnicamente viables para disponer adecuadamente aquellos residuos que no se pueden aprovechar. Descargar los escombros en el sitio de disposición final de la basura de la localidad no es conveniente, pues esto ocasiona problemas en la prestación del servicio de aseo y propicia que la vida útil de los rellenos sanitarios o los botaderos de basura se acorte considerablemente; por otra parte, si no se planifican las escombreras y no se controla su manejo, pueden proliferar montículos callejeros que posteriormente se convierten en basureros.

a. Generación

La evaluación inicial de las áreas afectadas y la estimación de las toneladas que se van a retirar son elementos básicos para las acciones de demolición y manejo de residuos. Estas evaluaciones serán rápidas y se realizarán sobre la base de estimaciones gruesas, ya que las investigaciones detalladas tienden a demorar la respuesta. Se presentan en el anexo B cuatro métodos para estimar la generación de residuos de escombros y restos de demolición: el primero, desarrollado después del terremoto de Nasca, Perú, el 12 de noviembre de 1996; el segundo, presentado en el Simposio sobre Residuos de Terremotos efectuado del 12 al 13 de junio de 1995 en Osaka, Japón; el tercero, utilizado en el terremoto de El Salvador el 13 de enero del 2001 y en el terremoto ocurrido en el Perú (departamentos de Tacna y Moquegua) el 23 de junio del 2001;

¹⁶ Véase el anexo A.

y el cuarto, aplicado después del terremoto acaecido en Colombia, en el Eje Cafetero, en febrero de 1999.

En zonas con elevado desarrollo urbano se estima una generación de 1-2 toneladas por metro cuadrado construido, con un promedio de 1,5 toneladas por metro cuadrado¹⁷; en zonas residenciales, la proporción es sumamente variable, de 0,5 a 1 tonelada por metro cuadrado construido, lo que depende siempre de la proporción de materiales empleados en cada localidad. Para estimaciones de volumen, se considera que se generan 0,5 m³ de materiales por cada metro cuadrado de construcción (proyecciones utilizadas en Armenia, Colombia). Frecuentemente, es difícil decidir cuáles de las edificaciones dañadas deben ser demolidas, por las consideraciones de costo, políticas, riesgo estructural, entre otras. Debe evitarse la eliminación de escombros espontánea y sin criterio técnico que la población suele realizar en la vía pública.

En situaciones particulares como las inundaciones, la acumulación de lodos tanto en el interior de las viviendas como en las vías públicas se convierte en un aspecto crítico. Se recomiendan dos líneas de trabajo:

- Remoción manual de residuos en el interior de las viviendas, en coordinación con la población, a la que se brindarán los materiales y las herramientas necesarias.



Generación de escombros después del terremoto de Armenia, Colombia.



Generación de escombros después del terremoto de El Salvador.

OPS/OMS, C. Osorio, 2001

¹⁷ PNUMA/International Environmental Technology Centre. **Earthquake Waste Symposium**. Osaka, 1995, p. 62.

Generación de escombros en el terremoto de Armenia, Colombia

En el caso del terremoto de Armenia, se estimó que los escombros producto del colapso o la demolición de viviendas y otras edificaciones alcanzaron los 3.000.000 m³, además de una generación adicional prevista de 900.000 m³ en las actividades de reconstrucción (véase el anexo C).

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. **Informe preliminar: Manejo integral de escombros y residuos de construcción.** Washington, D. C., BID, 1999.

Acumulación de sedimentos por deslizamientos provocados por lluvias intensas y prolongadas, costa central de Venezuela (1999)

Debido a los deslizamientos ocasionados por las torrenciales lluvias en la costa central de Venezuela en 1999, se pudo estimar que solo en el estado Vargas quedaron depositados en las principales vías hasta 3 millones de toneladas de tierra, barro y piedras.

El material proveniente de los deslizamientos causados en las zonas más elevadas de los taludes de la parte norte de la cordillera fue transportado hasta el mar por los nuevos cauces activos de los ríos, lo que formó grandes depósitos deltaicos.

A lo largo de 50 kilómetros de costa se formaron depósitos que afectaron todo el litoral. Ante esta situación, la medida adoptada fue la consolidación de los nuevos deltas mediante obras de protección realizadas con las rocas transportadas por la crecida de diciembre de 1999.

Estas obras tuvieron dos funciones: consolidar los rellenos sedimentarios constituidos y protegerlos de la erosión causada por el transporte litoral debido al oleaje. Para más detalles, se recomienda revisar el estudio de caso presentado en el anexo E.

- Remoción mecanizada en las vías públicas.

La disposición de estos residuos se efectuará junto con los otros escombros y restos de demolición.

También se debe considerar el caso particular de la generación de cenizas por erupciones volcánicas. Para su manejo se recomienda la limpieza coordinada con la población, con frecuencias de recolección no mayores de dos días. El personal y los pobladores que participan en esta tarea deben usar equipo de protección personal, incluidos mascarilla y protector de ojos contra material particulado. Para mayor información, se recomienda ver el estudio de caso en el anexo D.

Casos especiales son los aludes torrenciales, por la cantidad de sedimentos que pueden arrastrar, y los huracanes, por los daños que causan en las viviendas.

b. Aprovechamiento de residuos valorizables

Las acciones de recolección de escombros y de los restos de las demoliciones buscarán aprovechar los residuos o materiales valorizables. Se debe realizar un programa de reciclaje que permita conocer cuáles serán los materiales que se puedan aprovechar, el equipo necesario para la recolección y transporte de estos materiales, el valor aproximado de los materiales recuperados o reciclados y el mercado para colocarlos, la participación de la comunidad y la viabilidad económica, social y ambiental del programa de aprovechamiento.

En el establecimiento del programa de aprovechamiento se requiere una identificación y un manejo selectivo de los principales componentes de los residuos de escombros y de los restos de demolición. Por ejemplo:

- Materiales o sub-productos valorizables en buen estado que se pueden reusar. Por ejemplo, ventanas, puertas, electrodomésticos, accesorios y equipos de cocina y sanitarios.
- Materiales o sub-productos valorizables que se pueden reciclar. Por ejemplo:



OPS/OMIS, C. Osorio, 1999

Arrastre de sedimentos como consecuencia de los aludes torrenciales en el estado Vargas, Venezuela, 1999.

- Metales. Principalmente, el hierro y el acero, que podrán fundirse posteriormente para su recuperación y aprovechamiento.
- Concreto. Podrá usarse en la recuperación de terrenos, diques, relleños que no soportarán carga y taludes, entre otros, o podrá disponerse en relleños sanitarios para material inerte dispuestos para tal fin.
- Madera. Puede usarse como combustible. Podrá incinerarse y sus residuos serán enterrados en relleños sanitarios convencionales.

Además, para que la tarea del reciclaje sea exitosa, deben identificarse los siguientes riesgos:

- **Certeza del mercado.** Las iniciativas de reciclaje deben estar ligadas a los mercados de material reciclado. También debe tomarse en cuenta el tiempo de aprovisionamiento, envío e instalación de los equipos. El riesgo se reduce si se concatenan adecuadamente los tiempos de desarrollo y planeamiento con los del proceso de reciclaje.
- **Control de calidad.** La calidad del producto final reciclado está estrechamente ligada a la calidad de los escombros que alimentaron la producción. Se recomienda que el material reciclado mantenga la mayor exigencia técnica requerida para material similar nuevo.
- **Certeza del abastecimiento de los materiales.** La eficiencia de la operación de reciclaje depende, entre otros factores, del ingreso de una cantidad y de una calidad previsible de suministros. El riesgo se minimiza si se ponen en marcha mecanismos para asegurar el abastecimiento adecuado del programa de reciclaje.
- **Creación de una estructura institucional para el reciclaje.** Es necesario definir una aplicación futura de la tecnología que se utilice para

Aprovechamiento de escombros después del terremoto de Moquegua, Perú (23 de junio de 2001)

Después del terremoto ocurrido en los departamentos de Tacna y Moquegua, en el sur del Perú, el 23 de junio de 2001, en muchas localidades se reutilizaron los escombros de las viviendas para crear nuevo material de construcción, principalmente para losas y vías de tránsito peatonal que no demandan alta carga.

atender la emergencia, con el fin de darle valor posterior. Para esto, se deben promover políticas destinadas a impulsar el reciclaje de escombros y a difundir la utilidad de estos en diferentes aplicaciones de ingeniería.

Como una referencia de los materiales que se pueden obtener, se presenta en el cuadro 8 un análisis de los desastres naturales más frecuentes y los residuos e impactos generados.

En el caso de residuos o escombros mezclados, se tratará de efectuar una separación de materiales antes de su disposición final, aunque sin distraerse de los objetivos primarios como la limpieza de las vías y el aseguramiento de las edificaciones no dañadas.

Respecto a las opciones de reciclaje, el material recuperado se puede usar en obras de mejoramiento del sistema de manejo de residuos (recubrimiento de

rellenos o construcción de caminos en el relleno sanitario), en obras civiles (vías de acceso en la zona afectada, diques, taludes, reforzamiento de riberas, etcétera). Se presentan en el anexo H dos cuadros detallados sobre el uso posterior que se les puede dar a estos materiales.

c. Acumulación temporal

En situaciones de desastre, es posible que se requieran lugares para el acopio o almacenamiento temporal de escombros, debido a la saturación de los puntos de disposición final, al excesivo tiempo de espera en dichos puntos para la descarga de los residuos y al insuficiente equipo para la recolección y el transporte.

El uso de lugares para el acopio temporal de escombros incrementa los costos globales de disposición de estos residuos debido a su doble manejo,



Maquinaria móvil para el reciclaje de escombros.

Cuadro 8
Análisis de desastres, daños y materiales generados

Evento	Daño	Residuos generados	Impactos secundarios
Incendios forestales	Sin viento, arrasan con árboles, arbustos y maleza. Con viento, dejan árboles muertos en pie, estructuras y vehículos incendiados, fogatas.	Metal, ladrillos, cimientos, concreto, sedimentos, árboles caídos, madera y troncos chamuscados, bolsas de arena, plástico.	Problemas de erosión.
Inundaciones, tsunamis, fallas de diques (inundaciones de estructuras y flujo de aguas a altas velocidades)	Daños en viviendas: pisos, maderas de paredes, muebles. Sedimentos depositados en propiedades públicas o privadas. Escombros de deslizamientos (suelo, grava, rocas, material de construcción). Residuos sólidos peligrosos domésticos	Arboles caídos, madera de paredes, carpetas, madera de muebles, metales de electrodomésticos, residuos peligrosos, residuos de maleza, bolsas de arena, plástico, residuos orgánicos.	Deslizamiento de suelos.
Terremotos (ondas de choque y desplazamiento del suelo a lo largo de fallas geológicas)	Daños en infraestructura, autopistas de concreto y asfalto, pasos a desnivel. Bloques de concreto, cemento, paredes de concreto armado, vehículos dañados. Asfalto de lugares de parqueo. Restos de edificios, propiedades privadas, sedimentos.	Concreto, ladrillos, cimientos, asfalto, madera de paredes, vidrio, carpetas, asbesto, restos de maleza, plástico, residuos orgánicos.	Daños secundarios como incendios o explosiones. Residuos generados por nuevas construcciones y reparaciones.
Huracanes (vientos de altas velocidades que elevan el nivel de las mareas en los océanos y crean olas en cuerpos de aguas interiores)	Restos de edificaciones dañadas, sedimentos, árboles, propiedad privada.	Madera de paredes, carpetas, madera de muebles, restos de electrodomésticos, residuos peligrosos domésticos, madera, restos de maleza, bolsas de arena, plástico, residuos orgánicos.	
Tornados (vientos en rotación a altas velocidades)	Daños y destrucción de estructuras, árboles, propiedad privada.	Madera de paredes, carpetas, madera de muebles, restos de electrodomésticos, residuos peligrosos domésticos.	
Erupciones volcánicas	Destrucción de estructuras por acumulación de cenizas, flujos de lava o lodos.	Cenizas y lava.	

Fuente: Adaptado de California Integrated Waste Management Board, **Integrated Waste Management Disaster Plan**. California, 1995.

principalmente en el transporte. Algunas estrategias para reducir los costos asociados al uso de estos puntos son las siguientes:

- Realizar el acopio al costado de carreteras o avenidas principales con acceso adecuado; este punto debe incluir un área de maniobras adyacente para que no se produzcan obstrucciones vehiculares.
- Usar áreas abandonadas o no destinadas para otros usos.
- Usar áreas que estén consideradas en los planes de respuesta de la emergencia (campamentos, hospitales ambulatorios u otros).

Criterios básicos de manejo ambiental de escombreras

1. Definición de las medidas de mitigación y manejo para disminuir el impacto paisajístico, de ruido y calidad del aire. Considerar el uso de barreras visuales.
2. Determinación de obras de drenaje que sean requeridas tanto en el interior de la escombrera como en su perímetro para garantizar la adecuada circulación del agua.
3. No se acepta descargar materiales o elementos mezclados con otros residuos como basura, residuos líquidos, tóxicos o peligrosos.

Criterios geológicos para la ubicación de escombreras

1. Análisis de la geología de la zona para identificar adecuadamente los posibles sitios degradados por la explotación minera indiscriminada, las zonas de suelos poco productivos, las modificaciones morfológicas que pueden utilizarse como escombreras.
2. Geomorfología, ya que es importante conocer el estado original de las formas (valles, colinas, terrazas, pendientes) a fin de evaluar los efectos que se puedan producir en su modificación.
3. Procesos erosivos, tanto de origen natural como humano, y el proceso de denudación del suelo (agotamiento de la capa vegetal).
4. Condiciones geotécnicas (estabilidad, características de los suelos, nivel freático, posibilidad de confinamiento, fallas y cortes, entre otros).

Nota: Adicionalmente se deben considerar los numerales 2, 3, 4, 5, 8 y 12 de las especificaciones para la localización de nuevos rellenos sanitarios en situaciones de desastre, presentados en la subsección "Rellenos sanitarios" del capítulo 4.

d. Disposición final

Para la eliminación de los restos de demolición no aprovechables y los escombros (materiales inertes) será preferible utilizar áreas naturales de acuerdo con los criterios señalados anteriormente para la selección de rellenos sanitarios, aunque en este caso los aspectos de impacto ambiental como la dirección del viento y la contaminación de aguas subterráneas no son significativos, debido a las características inertes de los materiales. No se recomienda el uso de los rellenos sanitarios operativos para la disposición de escombros debido a que las cantidades generadas fácilmente pueden colmatar el volumen que normalmente debe utilizarse para los residuos orgánicos. En la localidad afectada debe averiguarse si existen catastros o puntos identificados previamente para la eliminación de estos residuos, lo que facilitará la tarea.

Estos lugares (escombreras) serán los sitios destinados para la disposición final de los escombros, materiales y elementos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Las escombreras se localizan principalmente en áreas cuyo paisaje se encuentra degradado, tales como minas y canteras abandonadas.

En ocasiones ha dado buenos resultados el empleo de terrenos sin uso para la disposición temporal de residuos de construcción y demolición, como respuesta

inmediata a la emergencia. Por ejemplo, esto se hizo en el terremoto de Hanshin, Awaji, Japón, el 17 de enero de 1995 y el terremoto de El Salvador, el 13 de enero de 1995.

Se debe considerar siempre que por los volúmenes que se van a disponer se requerirán áreas extensas, de preferencia en depresiones naturales fuera de cursos de agua o quebradas. Una alternativa que se debe tener en cuenta es la disposición en el mar, a fin de ganar terreno aprovechable.



C. Meléndez

Disposición de escombros y residuos en la base de una ladera.

Se resumen a continuación las etapas que se deben seguir para un adecuado manejo de escombros y residuos de demolición.

Etapas del manejo de escombros

1. Verificación del volumen y caracterización de escombros
 - Reuniones con personal de las instituciones locales y especialistas.
 - Verificación del volumen de escombros.
 - Definición de los volúmenes de escombros que van a ser reubicados.
 - Caracterización de los escombros.
 - Desarrollo del plan operativo de remoción y transporte de escombros.
2. Programa de reúso y reciclaje
 - Evaluación del potencial de reúso y reciclaje, desarrollo del programa.
 - Análisis económico del reúso y reciclaje versus desarrollo de un programa de rellenos con residuos sólidos.
3. Disposición final de los escombros
 - Evaluación de las escombreras existentes.
 - Selección de escombreras para la disposición final de los desechos.
 - Establecer una metodología para la localización de sitios.
 - Estudio para la operación de escombreras posibles y selección final de los lugares.

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. **Informe preliminar: Manejo integral de escombros y residuos de construcción**. Washington, D. C., BID, 1999.



CAPÍTULO 6

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS EN SITUACIONES DE DESASTRE

a. Residuos sólidos generados en establecimientos de salud

Etapas de clasificación de víctimas (triage). El triage o clasificación de las víctimas es una fuente significativa de generación de residuos peligrosos por su potencial infeccioso, que usualmente no se toma en cuenta (materiales biocontaminados).

Por ser una actividad de rápida respuesta, se recomienda que todos los residuos generados en esta etapa de la atención y en los primeros auxilios, sin excepción, sean almacenados en recipientes debidamente identificados como "residuos biocontaminados", de preferencia en bolsas de color rojo. Se evitará el contacto directo con estos residuos.

Etapas de atención de víctimas. La generación de residuos en establecimientos de salud de primera categoría (hospitales)¹⁸ puede sufrir grandes variaciones. Puede disminuir debido a que gran parte de su personal asistencial es destinado al trabajo de campo, a la evacuación de pacientes y a



Atención médica en campamentos.

¹⁸ En muchos países de América Latina y el Caribe se considera como establecimientos de primera categoría a los hospitales; como de segunda categoría a los centros de salud, las clínicas y los laboratorios de referencia; y como establecimientos menores, a las postas de salud, los botiquines comunales, los laboratorios pequeños, los consultorios y similares. La clasificación depende del tamaño, complejidad y capacidad asistencial del establecimiento.



C. Meléndez, 2001

Autoclave utilizada para el tratamiento de residuos hospitalarios en El Salvador.

Figura 3

Fosa para eliminar cantidades pequeñas de residuos de establecimientos de salud



que se restringe la atención primaria, pero también puede incrementarse notablemente por el aumento de la demanda de atención cuando hay gran cantidad de damnificados.

En los establecimientos de salud, sean permanentes (hospitales y centros de salud existentes) o temporales (hospitales de campaña), el manejo de los residuos sólidos será similar al que se realiza en condiciones normales¹⁹.

El tratamiento se hará de acuerdo con el tipo de residuos. Los residuos biocontaminados serán tratados con tecnologías convencionales (incineración, autoclavado) o con sistemas no convencionales como el mostrado en la figura 2.

El tratamiento de estos residuos aún no es un procedimiento común en la Región debido a los costos de operación de los sistemas y a las dificultades técnicas, aunque se empiezan a implementar progresivamente. Por ejemplo, en El Salvador se utilizan sistemas de esterilización a vapor (autoclaves) que consisten en el tratamiento con vapor saturado

en un tanque de presión a una temperatura de 132 °C; los residuos están en contacto con este vapor por 90 minutos dentro de un estanque de acero hermético, con el fin de esterilizarlos para después depositarlos en combinación con los residuos comunes en el relleno sanitario²⁰.

Los residuos biocontaminados tratados serán eliminados como residuos domésticos; los residuos punzocortantes serán desinfectados y los residuos químicos que hayan podido segregarse serán dispuestos en el relleno sanitario en un área especial de seguridad (celdas de seguridad), o se acondicionará un área apropiada para esta función en las zonas de enterramiento dispuestas. Esta área

¹⁹ OPS/CEPIS, **Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud**, 1996.

²⁰ Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

deberá estar debidamente aislada y protegida para evitar acciones clandestinas de reciclaje. Los residuos domésticos, incluidos los biocontaminados ya tratados, serán entregados al servicio normal de recolección. La figura 3 muestra una fosa de seguridad para el manejo de pequeñas cantidades de desechos. También se sugiere la adición de cal sobre los desechos depositados en la fosa porque puede ayudar a controlar la emanación de olor desagradable y a eliminar bacterias. Otra opción es cubrir los desechos con una mezcla de tierra con yeso en proporción de 1 a 2 respectivamente.

Las figuras 3, 4 y 5 presentan distintas opciones para la disposición final de residuos sólidos de establecimientos de salud, en caso de no contarse con celdas de seguridad en rellenos sanitarios o si estas son inaccesibles^{21, 22}.

b. Medicamentos

El manejo adecuado de las donaciones es importante, pues en muchos casos, lejos de ser útiles, son perjudiciales. Algunos medicamentos no son apropiados para tratar situaciones generadas por la tragedia, otros son desconocidos, algunos tienen rotulación inadecuada y otros contienen dosificaciones incompletas. Su eliminación debe realizarse con estricta fiscalización, para evitar un mal uso de los mismos. Será recomendable la incineración directa o la disposición en celdas de seguridad.

c. Otros residuos peligrosos

La ocurrencia de desastres afecta ocasionalmente instalaciones industriales, depósitos o comercios en los que se almacenan productos peligrosos para la

Figura 4

Fosa para eliminar objetos punzocortantes

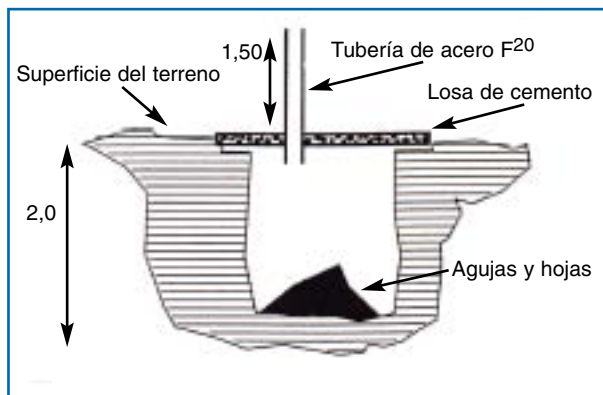
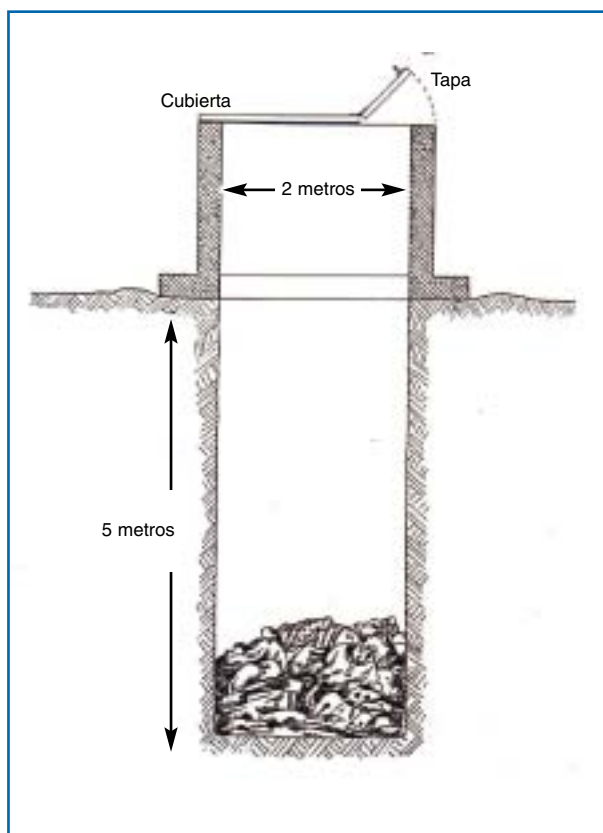


Figura 5

Sitio para la disposición de residuos sólidos de establecimientos de salud



²¹ OPS. **Manejo de los desechos médicos en los países en desarrollo**. Washington, D. C., OPS, 1997.

²² OPS/CEPIS. **Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales**. Washington, D. C., 1997.

salud, entre los cuales destacan las sustancias corrosivas, las explosivas, las inflamables o tóxicas, como los plaguicidas, los solventes y los insumos químicos. En caso de que estos productos queden expuestos, deberán tomarse las siguientes medidas:

- Contactar y convocar a personal especializado en el manejo de estos residuos.
- Aseguramiento del área. Se establecerá una zona de peligro demarcada y vigilada para mantener a la población alejada.
- Aproximación cuidadosa. El personal destacado para atender la emergencia con residuos de este tipo no debe apresurarse en acercarse a la zona. Se debe tomar las mayores precauciones, como ir a favor del viento para evitar el contacto con vapores. Es necesario recordar que existen gases o vapores peligrosos sin olor ni color, más densos que el aire y con tendencia a acumularse en zonas bajas.
- Identificación de productos. Las etiquetas o empaques pueden proporcionar información sobre el tipo de producto con el que nos enfrentamos. Debe evitarse el contacto con el producto y su manejo si este no se ha identificado convenientemente.
- Manejo de la situación. Se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - ¿Se ha producido un incendio o hay peligro de combustión o explosión?
 - ¿Existe un derrame o escape?
 - ¿Cómo está el clima?
 - ¿Cómo es el terreno?
 - ¿Qué está en riesgo: la población, las propiedades o el ambiente?
 - ¿Qué se podría hacer? ¿Es necesaria una evacuación? ¿Es necesario el aislamiento o la preparación de diques de contención? ¿Qué recursos son necesarios, con cuáles contamos?
 - ¿Qué se puede hacer?
- Respuesta. Se establecerá una línea de coordinación y comunicación con el mando general de manejo del desastre.
 - Rescate de afectados y evacuación si es necesaria.
 - Considerar la seguridad de las personas ubicadas en las inmediaciones del área, incluidas las del personal que atiende el problema.
 - Aseguramiento, restricción y aislamiento de la zona.
 - Mantener el control de los accesos de la zona.
 - Investigar los productos almacenados en el lugar.
 - Aproximarse con cuidado, evaluar las condiciones del entorno, la estructura del inmueble, las condiciones del piso, techo y paredes, y la presencia de derrames.

- Evaluación continua de la situación y modificación de la respuesta según sea apropiado.
- Evaluar el riesgo potencial de incendio, derrames, explosiones, cercanía a fuentes de agua y a viviendas.
- Determinación del riesgo, para lo cual se recomienda el uso del formato presentado en el siguiente cuadro.

Cuadro 9
Formato para la determinación rápida del riesgo*

Puntos de evaluación	Incendio	Derrames	Explosión	Toxicidad
Población				
Recursos naturales				
Inmuebles				

* La calificación de la probabilidad del riesgo será alta (tiempo y exposición elevados), media (tiempo o exposición elevados) y baja (tiempo y exposición mínimos).

En caso de no haberse logrado una identificación adecuada del residuo peligroso, debe mantenerse a la población alejada del lugar o se debe proceder al almacenamiento hasta que la sustancia sea apropiadamente identificada.

También debe considerarse que se han registrado casos de aduanas y puertos donde, como consecuencia de un desastre, se pierde todo tipo de control sobre los materiales peligrosos que allí se encontraban (esto sucedió con los aludes torrenciales en la costa central de Venezuela en 1999). Ante esta situación, una alternativa para neutralizar las consecuencias negativas en la salud y el ambiente consiste en el confinamiento en la zona afectada, para lo cual pueden ser útiles el material inerte y los escombros producidos por el desastre.



CAPÍTULO 7

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

a. Uso de formatos para evaluaciones de campo

Las experiencias en la Región indican que es sumamente recomendable el uso de formatos estandarizados para desarrollar la recolección de datos en el campo, a fin de evitar conflictos en el cruce de información, como ocurrió con posterioridad al terremoto de Tacna y Moquegua (Perú), el 23 de junio del 2001.

Entre los formatos que se pueden usar después de la ocurrencia de un desastre natural, tenemos los siguientes:

- Formato de estimación de daños en edificaciones.
- Formato de requerimientos para el manejo de residuos sólidos.

El uso de estos documentos mejorará la intervención posterior respecto al manejo de los residuos sólidos porque facilita el registro de datos durante la operación después de ocurrido un desastre natural. Permitirá, además, futuras actualizaciones de la presente guía. Se presentan modelos para ambos casos en el anexo I.

b. Registros de salud pública

Siempre es recomendable familiarizarse con la situación de salud pública de la zona afectada, previa a la ocurrencia del desastre. De esta manera, es posible proyectar aspectos sanitarios que, en conjunto con el problema de residuos, pueden representar graves riesgos para la población. Por ejemplo, la zona de Moquegua, al sur del Perú, es una zona endémica del mal de Chagas, debido a la presencia del *Triatoma infestans* (conocido como *chirimacha* en el Perú y como *vinchuca* en el cono sur), insecto que habita en las paredes de barro de las viviendas; al ser destruidas miles de estas viviendas, debido al terremoto de junio del 2001 y al ser evacuados los afectados, la migración de los insectos en grandes cantidades generó un grave riesgo para las poblaciones vecinas, los albergues y los campamentos. De igual manera, en zonas con alta incidencia de infecciones respiratorias agudas, el problema tiende a agravarse por la gran

cantidad de material particulado (polvo y sedimentos finos) que se mantienen en suspensión en el aire; efecto similar pueden causar las cenizas en zonas expuestas a erupciones. Otro caso similar son los problemas dérmicos y oculares.

Generalmente, conviene fumigar las áreas con escombros, porque a la hora de retirarlos, ya existen focos de fauna nociva como ratas e insectos. La fumigación evitará que estos animales se propaguen a otras zonas.

Otro punto que se debe considerar respecto a los registros de salud pública es que resulta necesario realizar un seguimiento de las afecciones que puedan tener su origen en el inadecuado manejo de residuos sólidos (domésticos, peligrosos, de demolición, entre otros). De esta manera, se contará luego con una herramienta epidemiológica que permita intervenir para mejorar las condiciones de salud ambiental y que podrá utilizarse en el futuro en casos similares.

c. Costos asociados

A fin de brindar una referencia sobre los costos relativos al manejo de residuos sólidos (domésticos, escombros y otros) después de la ocurrencia de desastres naturales, se presentan a continuación ejemplos tomados de experiencias desarrolladas en la Región y en otros ámbitos.

Implementación del sistema de disposición final de residuos sólidos en el área urbana y rural²³

- Elaboración de nueve proyectos de relleno sanitario para el área rural y mejoramiento e implementación del servicio de recolección en dos localidades: 46.000,00 dólares americanos.
- Elaboración de un proyecto de relleno sanitario para el área urbana: 18.000,00 dólares americanos.
- Ejecución de obras para implementar el relleno en el área urbana: 5.000.000,00 dólares americanos.
- Ejecución de obras para implementar rellenos en el área rural: 315.000,00 dólares americanos.
- Promoción, capacitación en operación y mantenimiento y educación sanitaria: 6.000,00 dólares americanos.

Manejo de residuos sólidos²⁴

- Suministro de 100 juegos de equipos y herramientas mínimas para el manejo de desechos sólidos: 5 ganchos para recolectar residuos, 3 palas, 5 rastrillos, 3 pilones de apisonar, 2 barras, una carretilla de mano: 9.000,00 dólares americanos.

²³ OPS. **Salud en Moquegua, una emergencia social: recuperando y mejorando la salud después del terremoto**. Lima, 2001. Anexo C.

²⁴ Cantanhede, Alvaro. Informe de viaje a El Salvador. Propuesta de ejecución de fondos de emergencia, terremoto de El Salvador, 2001. Anexos.

- Suministro de 3.000 cientos de bolsas de plástico blancas, de tamaño mediano, con mensajes educativos, para el almacenamiento familiar de residuos en los albergues²⁵: 18.000,00 dólares americanos.

Equipos para la remoción de 66.000 m³ de escombros (90.860,00 dólares americanos)²⁶

- 3 cargadores frontales con lampones de 3 m³ de capacidad: 18,57 US\$/hora.
- 18 volquetes de 15 m³ de capacidad: 40 US\$/hora.

Nota: montos globales correspondientes a 20 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

Combustible y personal (11.748,00 dólares americanos)²⁷

- Consumo de combustible: 7.548,00 dólares americanos.
- Pago de personal: 4.200,00 dólares americanos.

Nota 1: montos correspondientes a 20 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

Nota 2: Costo por m³ por concepto de carga y eliminación de escombros tipo arena, grava y piedras pequeñas (de una a dos toneladas) para distancias menores de 20 kilómetros: 12,00 dólares americanos. Costo por carga a camión y eliminación de escombros de restos de edificaciones demolidas para distancias menores de 20 kilómetros: 14,00 dólares americanos.

Equipos para remoción de 50.000 m³ de escombros (68.150,00 dólares americanos)²⁸

- 3 cargadores frontales con lampones de 3 m³ de capacidad: 18,57 US\$/hora.
- 18 volquetes de 15 m³ de capacidad: 40 US\$/hora.

Nota: Montos globales correspondientes a 15 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

Combustible y personal (8.811,00 dólares americanos)²⁹

- Consumo de combustible: 5.661,00 dólares americanos.
- Pago de personal: 3.150,00 dólares americanos.

Nota: Montos correspondientes a 15 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

²⁵ Las bolsas de plástico se suministran generalmente en paquetes de 100 unidades.

²⁶ Sandoval, Leandro. Informe de viaje de evaluación. Sismo de Moquegua, 2001, p. 7.

²⁷ *Ibidem*.

²⁸ *Ibidem*.

²⁹ *Ibidem*.

Se presenta finalmente un modelo económico comparativo entre el sistema tradicional de demolición y reconstrucción y el sistema que aplica prácticas de reciclaje³⁰.

- Modelo económico del sistema tradicional

$$\text{Costo total} = \text{Costo (A)} + \text{Costo (B)}$$

- Modelo económico que usa prácticas de reciclaje

$$\text{Costo total} = \text{Costo (A - X)} + \text{Costo (B - X)} + \text{Costo (X)}$$

Donde,

A: costo de materiales naturales y su transporte.

B: costo del transporte y disposición de residuos.

X: costo del proceso de selección y recuperación de residuos.

³⁰ Lauritzen E. K. **Disaster Waste Management.**



ANEXOS

ANEXO A

MANEJO DE CADÁVERES DESPUÉS DE UN DESASTRE NATURAL

Cadáveres humanos

Con la excepción de las muertes por epidemias, los riesgos asociados a la presencia de cadáveres en caso de desastres son mínimos, especialmente si las muertes se produjeron por lesiones graves, traumas o causas similares, lo que reduce la posibilidad de que se propaguen enfermedades infecciosas.

Los cadáveres representan siempre un delicado problema social, psicológico y cultural, agravado cuando los restos humanos se presentan en gran cantidad. Antes de su enterramiento o incineración, los cuerpos deberán ser identificados y registrados, para lo cual se tomará toda la información necesaria (ubicación del cadáver, información de parientes y vecinos). Ocasionalmente se requerirán autopsias. Siempre deberán tomarse en cuenta los aspectos culturales y legales asociados.

Se deberá evitar el uso de fosas comunes³¹, ya que por principio se debe conceder a las víctimas una identificación y entierro apropiados. No es solo que existe la necesidad legal y social de identificar a los cadáveres sino que también se debe brindar apoyo moral a los familiares. La angustia de los sobrevivientes ante una catástrofe natural es similar a la de los familiares de desaparecidos en guerras o masacres. Por ello debe desterrarse el mito de que la presencia de cadáveres es un grave problema de salubridad, que a veces promueve el uso precipitado de las fosas comunes; por el contrario, el manejo apropiado de los cuerpos después de los desastres naturales es más bien una cuestión de bienestar mental colectivo, de ética y de dignidad humana³².

De cualquier forma, el manejo de cadáveres debe ser rápido, con el fin de evitar su descomposición al aire libre y la generación de malos olores. Se deben seguir las normas legales de cada país respecto al reconocimiento y entrega de los cuerpos a familiares

³¹ Ministerio de Salud Pública de Cuba. **Salud ambiental con posterioridad a desastres**. Cuba, 1998, p. 19.

³² OPS/Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre. **Desastres: preparativos y mitigación en las Américas, Boletín 80**. Washington, D.C., 2000, pp. 1 y 7.

Aspectos legales para el manejo de cadáveres

El Instituto de Medicina Legal Doctor Roberto Masferrer, del Ministerio de Justicia, fue el encargado de coordinar el proceso de reconocimiento y entrega de los cadáveres a los familiares de las víctimas en El Salvador, después de los terremotos del 2001. Debido a que el 13 de enero era sábado (día no laborable), el personal se presentó tan pronto tuvo noticias de la situación y a las 14.00 inició las actividades de reconocimiento de cadáveres en las diversas dependencias departamentales de dicho Instituto, en las cinco regiones: Metropolitana de San Salvador, Central, Paracentral, Occidental y Oriental; así como en las sub-delegaciones de Santa Tecla, San Miguel y San Vicente. El personal se movilizó por vía terrestre a aquellos lugares donde había un gran número de fallecidos y la población no tenía la capacidad de llevarlos hasta las dependencias del Instituto para su reconocimiento. Los grupos de trabajo estaban constituidos por fotógrafos forenses, médicos forenses y odontólogos. La Fiscalía tenía la responsabilidad de legalizar las defunciones una vez que el Instituto de Medicina Legal expedía la boleta de reconocimiento. En los lugares en que el personal no podía llegar por vía terrestre, la Fiscalía autorizó a la Policía Nacional Civil para que, con el apoyo de la población, realizara la identificación de los cadáveres y elaborara la boleta de reconocimiento. Las actas de defunción eran otorgadas por las alcaldías. En la mayoría de las poblaciones, los centros para identificar los cadáveres se ubicaron en lugares abiertos dentro de la comunidad.

Fuente: OPS. **Crónicas de Desastres: Terremotos en El Salvador 2001**. Washington D. C., 2002.

y buscar soluciones inmediatas para casos particulares (véase el recuadro en la izquierda). Es recomendable que los cadáveres no se acumulen por más de dos días, a menos que se conserven en lugares apropiados como cámaras frías o similares. En el caso de que se requiera mantener los cadáveres por más tiempo y no se cuente con cámaras, se debe buscar locales fríos, ventilados y de acceso restringido.

Los sitios más recomendables para la atención de gran cantidad de personas fallecidas son los coliseos deportivos o canchas múltiples cubiertas porque permiten albergar un buen número de cuerpos³³. De no contarse con un coliseo o si este no es suficiente para albergar una alta cifra de cadáveres, puede optarse por una cancha de fútbol en la cual se puedan instalar grandes carpas para colocar los cuerpos bajo techo. Si los cadáveres están expuestos al sol, se acelera su descomposición y se dificulta la tarea de identificación. Es importante que los lugares escogidos dispongan de agua, luz y de una buena planta eléctrica. En el caso de Armenia, se utilizó el coliseo de la Universidad del Quindío. Esta instalación contaba con un espacio suficiente que permitió la adecuación de las diferentes salas y secciones

para atender correctamente las actividades tanto de identificación y manejo de cadáveres como la atención de los familiares. Se contó con equipos de video-grabación y computadoras que facilitaron la labor de identificación de las víctimas e hicieron menos traumático su reconocimiento. Los deudos también contaron con una Unidad Móvil de Salud Mental.

Es preferible hacer el enterramiento, de haber áreas disponibles, en lugares relativamente alejados y de preferencia en zonas no inundables. Este es considerado el método más efectivo, socialmente aceptable y físicamente posible. En los casos en que las condiciones obligan a sepultar rápidamente a los

³¹ Dirección General para la Atención y Prevención de Desastres de Colombia. **Sala de Atención a Personas Fallecidas en Desastres en Masa. Manual Guía para su Implementación**. Bogotá.

cadáveres, se recomienda el enterramiento individual. Las tumbas deberán por lo menos numerarse y ser señaladas con los datos disponibles. Se guardarán estos datos para investigaciones futuras. En ningún caso es conveniente utilizar las fuentes y corrientes hídricas como sitio de disposición de cadáveres humanos y de animales por diferentes motivos: protección de la salud pública, contaminación del ambiente y protección y conservación del recurso natural.

En la región de América Latina y el Caribe la cremación no es una alternativa común y será considerada como última opción. Esta práctica demanda un alto costo de combustible.

Ocasionalmente, se presentan casos en los cuales entre los escombros se hallan partes de restos humanos. Estos deben ser dispuestos en la fosa común del cementerio más cercano (si se considera que es imposible la identificación). De no haber cementerio, se hará una fosa y se efectuarán entierros por capas. Los restos se cubrirán con cal cada metro de altura; incluso si se trata de una fosa de menos de un metro de profundidad, se colocará una capa de cal antes de la cobertura final con tierra.

Deberá tomarse en cuenta, finalmente, que a veces un desastre natural puede ocasionar que los restos humanos queden desenterrados. Aunque ello no representa un grave problema de enfermedades transmisibles, tiene repercusiones psicológicas y sociales que deben contrarrestarse para calmar a la población.

Para evitar la propagación de enfermedades entre el personal que manipula los cadáveres, los trabajadores deberán lavarse las manos con jabón frecuentemente y utilizar desinfectantes, además de las prácticas habituales de higiene en la atención sanitaria (el uso de mascarillas para polvo, por ejemplo, aunque es de gran impacto visual, no constituye una ayuda en cuanto a la transmisión de enfermedades). Será necesario también desinfectar los objetos personales de las víctimas antes de que sean devueltos a sus familiares.

Animales muertos

La eliminación de cadáveres de animales puede ser una tarea de grandes proporciones en algunos tipos de desastres; en especial, en las inundaciones. El enterramiento puede ser lento y laborioso. Por ejemplo, para el cuerpo de un caballo muerto, se necesita una fosa de 3 metros de profundidad. Cuando hay muchos cadáveres, es muy difícil enterrarlos todos, a menos que se disponga de maquinaria pesada para la excavación.

Es factible quemar animales pequeños, como gatos y perros, pero resulta difícil hacer esto con cadáveres más grandes. Debe emplearse un método combinado de enterramiento e incineración; será preferible enterrar los órganos internos y quemar las carcasas, con ayuda de combustible.

Conviene centralizar las operaciones en cementerios animales debidamente situados y rociar con querosene (o querosén) o petróleo crudo los cadáveres aún no enterrados para protegerlos de las aves de rapiña.

⁴¹ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. **Saneamiento ambiental en casos de desastre**. 1998. Anexo 2, p. 4.

ANEXO B

EJEMPLOS DE MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE GENERACIÓN DE ESCOMBROS DESPUÉS DE UN DESASTRE NATURAL

Método 1

Metodología para el cálculo de generación de escombros de demolición utilizada después del terremoto del 12 de noviembre de 1996 en la ciudad de Nasca, Perú.

La cantidad de escombros generados en situaciones de desastre puede ser calculada de la siguiente manera:

$$Q_{et} = Q_{er} + Q_{exr}$$

Donde:

Q_{et} : cantidad total de escombros

Q_{er} : cantidad de escombros recogidos

Q_{exr} : cantidad de escombros por recoger

Los recibos de pago correspondientes al uso de los equipos de carga y transporte de escombros permiten definir la cantidad de escombros recogidos, como se expone a continuación:

$$Q_{er} = \text{Sumatoria } Q_{eq}$$

Esto quiere decir que la cantidad de escombros recogidos (Q_{er}) es igual a la sumatoria de la cantidad de escombros recogidos por cada equipo (Q_{eq}). Para ello es de gran utilidad definir el tipo de equipos usados, a fin de estimar su capacidad de carga:

$$Q_{eq} = \text{Cap eq} \cdot H \cdot D$$

Donde:

Oeq: cantidad de escombros recogidos por el equipo

Cap eq: capacidad de carga del equipo (kilogramos/hora*)

H: horas trabajadas durante un día de trabajo (horas/día)

D: días trabajados (días)

*Hora: período de tiempo en el que se llena el equipo, se disponen los escombros y se retorna para obtener una nueva carga.

La capacidad de carga de un equipo puede ser estimada como sigue:

$$\text{Cap eq} = \frac{Q \text{ máx de escombros que pueden ser cargados y transportados (kilogramos)}}{n (T_{II} + T_i) + (n-1) T_r \text{ (horas)}}$$

Si se considera lo siguiente:

n: número de veces que se puede cargar el equipo durante el día.

T_{II}: Tiempo que demora el llenado del equipo.

T_i: Tiempo que demora el equipo en disponer los escombros cargados en el equipo.

T_r: Tiempo que demora el equipo en retornar al punto de carga de los escombros.

Por ello es importante que los recibos contengan la información citada, para facilitar el cálculo de los escombros recogidos. En caso contrario, es recomendable que esta información sea registrada sistemáticamente a fin de estimar cuantitativamente la cantidad de escombros generados por la destrucción de viviendas y establecimientos en situaciones de desastre. Se puede relacionar el número de viviendas y establecimientos destruidos que han sido asistidos con la cantidad de escombros recogidos así:

$$Q_{er} = N \text{ establecimientos asistidos}$$

De esta manera, se estima la cantidad de escombros recogidos generados por un establecimiento. Conociendo la cantidad de establecimientos y viviendas que aún no han sido asistidos en relación con la recolección de los escombros generados, podemos definir la cantidad de escombros por recolectar.

Este cálculo es valedero siempre y cuando las viviendas y establecimientos afectados hayan sido construidos de manera similar; es decir, que se hayan utilizado materiales en un rango de composición comparable.

Método 2

Metodología presentada por Erik K. Lauritzen en el Simposio sobre Residuos de Terremotos, desarrollado en Osaka, Japón, el 12 y 13 de junio de 1995. El simposio fue organizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y por el Centro Internacional de Tecnología Ambiental.

La metodología parte de la clasificación de Petrovski para daños provocados por terremotos:

Categorías de daños:

- DC 1:** Daños en todos los vidrios, en el techo y en los marcos de las ventanas, hasta no más del 33%.
- DC 2:** Daños en el techo y en los marcos de ventanas hasta no más del 66%.
- DC 3:** Daños en la estructura de soporte del techo hasta el 50%; agujeros en paredes, daños en el techo y en los marcos de las ventanas, hasta el 100%.
- DC 4:** Daños en la estructura general, hasta el 15%.
- DC 5:** Daños en la estructura general, desde el 15% hasta el 50%.
- DC 6:** Daños en la estructura general, desde el 50% hasta el 100%.

El primer paso consiste en la clasificación de las edificaciones afectadas, de acuerdo con las categorías presentadas.

Ejemplo: 920 edificaciones en la categoría DC 4
 1.000 edificaciones en la categoría DC 5
 850 edificaciones en la categoría DC 6

En segundo lugar, se determina el porcentaje de edificaciones que deben ser demolidas por cada categoría.

Ejemplo: 30% de las 920 edificaciones de la categoría DC 4 serán demolidas.
 50% de las 1.000 edificaciones de la categoría DC 5 serán demolidas.
 80% de las 850 edificaciones de la categoría DC 6 serán demolidas.

Se determina luego el área total que se debe demoler por cada categoría y, proyectando una generación de 1,5 toneladas por metro cuadrado, se determina el tonelaje total de escombros que se va a generar por demolición.

Adicionalmente, se calcula de manera similar la generación de residuos por demoliciones parciales. A partir del registro de clasificación de edificaciones dañadas, se determina el porcentaje de edificaciones que requieren este tipo de manejo. Se estima también el área total por demoler y se proyecta la generación de escombros sobre este cálculo.

El formato 1 del anexo I es un ejemplo de la aplicación de este método, de fácil uso en la evaluación de daños.

Método 3

Metodología para el cálculo de generación de escombros de demolición utilizada después del terremoto del 13 de enero del 2001 en El Salvador y en el terremoto del 23 de junio del 2001 en los departamentos de Tacna y Moquegua, al sur del Perú.

Cálculo. La cantidad de material por remover fue estimada de manera prácticamente visual y de dos formas:

a. Para el caso en que los escombros se encontraban acumulados por una labor previa de la maquinaria pesada, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. de escombros} = 0,26 \times D^2 \times h$$

Donde: D = diámetro de la base del montículo formado

h = altura del montículo formado

b. Para el caso en que los escombros no fueron removidos de la zona donde se encontraban las viviendas, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. de escombros} = 0,851 \times A$$

Donde: A = Área total del terreno (dato muy fácil de indagar)

En ambos casos, el volumen que se obtiene es en metros cúbicos. Esto es compatible con la información que se tenía sobre la capacidad de los vehículos de carga (volquetes), que estaba expresada en metros cúbicos. En los casos en que no se tenía esta información, se procedió inmediatamente a medir las tolvas de los vehículos para conocer su capacidad en metros cúbicos, con la finalidad de tener una medida uniforme.

Maquinaria. Los residuos de los escombros fueron utilizados fundamentalmente para proteger las riberas de los ríos y se emplearon los siguientes equipos:

- compactador pata de cabra;
- tractor oruga tipo D8;
- motoniveladora de 125 HP;
- cargador frontal;
- cisterna de 3.000 galones con rociador, y
- volquete de 15 m³ de capacidad.

En su mayoría, las viviendas de la localidad que colapsaron eran de adobe. Muy pocas eran de material noble o concreto. Se hizo una selección para poder disponer los escombros de la manera óptima. Se ubicó un área especial para disponer los escombros de concreto, con la finalidad de que pudieran ser aprovechados por los pobladores. Muchos de ellos picaban columnas y vigas para recuperar el acero de refuerzo colocado en estos elementos. El con-

creto, una vez picado, fue utilizado para formar los terraplenes de defensa ribereña, mezclado con el material resultante de la trituración del adobe. Se humedeció el material para una mejor compactación.

También se utilizó el material para rellenar algunas depresiones naturales, donde también se destinó maquinaria pesada.

Costos. Los costos fueron establecidos sobre la base de las horas/máquina utilizadas. Hubo mucho control en el uso de la cantidad de maquinaria y en las horas de las mismas. Se trató de establecer tiempos de carga, descarga y transporte del material de un volquete para determinar el número de estos que debían formar un conjunto, a fin de no mantener ocioso el cargador frontal.

El costo horario de la maquinaria utilizada, incluidos el operador y el combustible, fue:

	US\$/hora
Compactador pata de cabra	55,00
Tractor oruga tipo D8	48,00
Motoniveladora de 125 HP	30,00
Cargador frontal	35,89
Cisterna de 3.000 galones con rociador	20,00
Volquete de 15 m ³ de capacidad	26,92

En función de estos costos, el monto aproximado unitario de remoción de escombros por metro cúbico fue de 1,40 US\$/m³.

En algunos casos, se suministró el combustible y se redujo el monto del alquiler. También se proporcionaron operadores. Para estos casos, se tiene que tener mucho control, inclusive con formatos.

A veces existen muchos inconvenientes cuando se alquila maquinaria y a la vez se cuenta con maquinaria gratuita, facilitada por algunas instituciones; en estos casos, la supervisión tiene que ser muy estricta.

Método 4

Metodología para el cálculo de generación de escombros de demolición utilizada después del terremoto del 9 de febrero de 1999 en Colombia, en el Eje Cafetero.

1. Se realizaron visitas y entrevistas con los encargados de los censos para la verificación del número de viviendas afectadas y registradas oficialmente en cada municipio. Cada predio afectado fue clasificado mediante diferentes colores que dependían del grado de daño:

Rojo: colapso; demolición total (100%).

Naranja: demolición parcial, genera un volumen representativo (30%).

Verde: demolición parcial, genera una baja cantidad de escombros o ninguna en absoluto (10%).

2. Se calculó el área promedio de la vivienda por municipio, de acuerdo con el número de pisos. Además, sobre la base de un levantamiento arquitectónico, se estableció que cada metro cuadrado de construcción requiere 0,5 m³ de materiales, los cuales se convierten en escombros en el momento de colapsar o demolerse. A partir de lo anterior, el volumen total de escombros en cada municipio se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen total/mun.} = \text{Área prom.: m}^2 \times 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 ((\text{n.}^\circ \text{ viv. rojo} \times \% \text{ afect.}) + (\text{n.}^\circ \text{ viv. naranj.} \times \% \text{ afect.}) + (\text{n.}^\circ \text{ viv. verde} \times \% \text{ afect.}))$$

Ejemplo:

Municipio de Circasia

Área prom.	n.º viv. afectadas	Grado de afectación	% demolición
100 m ²	489 unidades	rojo	100%
	765 unidades	naranja	30%
	1.988 unidades	verde	10%

$$\text{Vol. total} = 100 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 ((489 \times 100\%)+(765 \times 30\%)+(1988 \times 10\%))$$

$$\text{Vol. total} = 45.865 \text{ m}^3$$

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. **Informe preliminar: manejo integral de escombros y residuos de construcción.** Washington, D. C., BID, 1999.

ANEXO C

ESTUDIO DE CASO: TERREMOTO DE ARMENIA, COLOMBIA*

Resumen

El 25 de enero de 1999 ocurrió en el Eje Cafetero colombiano un sismo que afectó gravemente a 29 localidades de los departamentos del Quindío, Risaralda, Caldas, Tolima y Valle del Cauca, y dejó un saldo de más de 1.000 muertos, 4.000 heridos y 250.000 damnificados. Las últimas evaluaciones estiman que se destruyeron alrededor de 20.000 viviendas y aproximadamente 60.000 más quedaron averiadas.

Manejo de residuos sólidos

La reactivación del sistema de aseo por parte de las Empresas Públicas de Armenia (EPA) se produjo dos días después del terremoto, con la recolección domiciliar. Se adoptaron jornadas de 18 horas por día, en horarios y rutas especiales; la prestación del servicio se realizó en camiones (volquetes), con recorridos de 12 horas diarias para sitios de difícil acceso, galerías provisionales, apoyo a las labores de socorro y



Daños generados por el sismo del 25 de enero de 1999 en Colombia.

* Adaptado del Informe de Marisol Ramos Niño (Empresas Públicas de Armenia).

repartición de alimentos. También se diseñaron rutas de recolección de escombros, que permitirían el despeje de vías de acceso al sitio de disposición final de los residuos; se organizaron horarios y días especiales (domingos), con el apoyo de las empresas EMSIRVA de Cali, EMAS de Manizales y las Empresas de Aseo de Pereira.

Se rediseñaron las rutas de recolección de residuos dando prioridad a la atención diaria de albergues inducidos y espontáneos, antes que a zonas comerciales y galerías.

A un mes de la emergencia, se recolectaron y dispusieron 12.600 toneladas de residuos. Se pasó de recolectar y disponer 160 toneladas diarias a 420 toneladas por día en promedio.

Se realizaron programas interinstitucionales (Empresas Públicas de Armenia, CRQ, Universidad del Quindío, Contraloría Municipal), con el objetivo de desarrollar campañas educativas en albergues temporales sobre el manejo de residuos y el uso racional del agua.

Se utilizaron 14 camiones, 10 compactadores y 4 de tolva abierta y, además, se contó con equipos de recolección de otras empresas. Se utilizaron también contenedores en puntos como mercados y albergues temporales.

Problemas en la recolección

Se identificaron los siguientes problemas durante las operaciones de recolección de residuos:

- Inadecuada presentación de los residuos.
- Clausura de vías de acceso al relleno sanitario.
- Se triplicó el volumen de generación de residuos.
- Residuos de tipo doméstico mezclados con escombros.
- Insuficiencia de personal para la recolección de residuos y escombros.
- En muchas ocasiones había que disponer camiones al servicio del municipio para el desplazamiento de cadáveres y otras actividades ajenas al aseo.



Albergues temporales para atender a la población afectada.



Relleno sanitario para la disposición final de residuos domésticos (Armenia).

Residuos hospitalarios

Se diseñó una ruta especial de residuos hospitalarios con recolección diaria y se acondicionó una celda exclusiva para este tipo de desechos en el relleno sanitario.

Sitios de disposición final

La disposición final se realizó en el relleno sanitario de las Empresas Públicas de Armenia, ubicado entre los barrios El Paraíso, Libertadores y La Esperanza de Armenia, y se habilitaron en coordinación con la CRO cerca de 40 puntos para la acumulación temporal de escombros.

Se identificaron adicionalmente más de 120 botaderos clandestinos dispersos por la ciudad.

Generación de escombros

El volumen total de escombros generados por el proceso de demolición después del terremoto fue de 3.000.000 m³ y se proyectó una generación adicional de 900.000 m³ en el proceso de reconstrucción de viviendas y en el desarrollo de otros proyectos.

De los tres millones de metros cúbicos (3.000.000 m³), 65% —es decir, 1.930.000 m³— se originaron en Armenia; 13% (aproximadamente 400.000 m³) en Pereira; 10% entre Calarcá y La Tebaida, que son municipios con un volumen mayor de 100.000 m³ cada uno. Siete por ciento fue generado por un grupo de siete municipios: Circasia, Quimbaya, Córdoba, Pijao, Caicedonia, Sevilla, Desquebradas y Cajamarca, con un volumen de entre 10.000 y 60.000 m³ cada uno. El 5% restante lo produjeron Salento, Filandia, Buenavista, Génova, Alcalá, Argelia, Bolívar, La Victoria, Obando, Ulloa y Roncesvalles.

Del volumen total se removió rápidamente el 53% (aproximadamente 1.600.000 m³), que se encontraba en escombreras (muchas no adecuadas técnica ni ambientalmente), orillas de ríos y quebradas, montículos en vías y espacio público, mientras que otro porcentaje ha sido reutilizado espontáneamente por la comunidad. El 47% (aproximadamente, 1.400.000 m³) se removió progresivamente, mediante un programa desarrollado específicamente para tal fin.

Para la recuperación de puntos de disposición inadecuada de escombros, se plantearon las siguientes actividades:

- Remover totalmente el material y reubicarlo en un sitio adecuado.

- Desarrollar obras geotécnicas como la construcción de muros de contención, cunetas perimetrales para aguas de lluvia, canalización de aguas superficiales, localización de filtros y arreglo de taludes, entre otras.
- Construir y modificar las redes de alcantarillado y levantamiento de cámaras.
- Desarrollar procesos de compactación y recubrimiento final con suelo orgánico para forestación.
- Fomentar el desarrollo de prados y programas de reforestación.

Para cada lugar, se definieron las obras, las cantidades y los costos aproximados.

Creación de oportunidades de reúso y reciclaje

Se desarrolló un programa de reciclaje y reúso de los escombros que implicó la recuperación de material útil en cada etapa del proceso. La recuperación de materiales se desarrolló en:

- **Los puntos de generación.** La recuperación del material de los edificios afectados por el terremoto ha sido una práctica generalizada. Sin embargo, la manera como esto se ha llevado a cabo ha variado en relación con las circunstancias y restricciones. Los dueños de las edificaciones que no colapsaron con el sismo pero que sufrieron grandes daños estructurales tuvieron tiempo para recuperar los materiales de las edificaciones, antes de que estas fueran demolidas, por lo cual fue común la recuperación de objetos personales, objetos domésticos e instalaciones. En algunos lugares se presentaron actos de pillaje. En otros casos, negociantes adquirieron derechos de demolición de las viviendas y con ello el derecho a quedarse con el todo el material que pudieran obtener. También se recuperó material tanto de los edificios que colapsaron en el terremoto como de los que fueron demolidos posteriormente. Algunos establecimientos en los municipios de mayor tamaño



Generación de escombros por destrucción de edificaciones después del terremoto del 25 de enero de 1999.

continuaron luego con la venta de materiales recuperados de los edificios. Se desconoce la cantidad de materiales recuperados. Sin embargo, las observaciones en los depósitos temporales de las escombreras y las discusiones con las personas involucradas en la remoción de escombros indican que la recuperación de estos objetos se acerca al 100%.

- **Los lugares de almacenamiento temporal.** El potencial de reúso y reciclaje aumenta notablemente si en esta etapa se lleva a cabo la clasificación de materiales durante el proceso de transporte y de almacenamiento. Se observó la presencia de recicladores en los puntos de almacenamiento; adicionalmente, se apreció que a) existe una demanda local de los diferentes materiales, b) hay dificultad de recuperar los materiales deseados.
- **Escombreras.** En algunos casos, se logró mantener la clasificación de materiales que venían desde los puntos de generación o de almacenamiento temporal, factor de suma importancia para lograr beneficios en el reúso o reciclaje. Aunque no se logró en este punto una importante recuperación, se pudieron establecer medidas recomendables como las siguientes:
 - Manejar el concreto y la mampostería de manera aislada.
 - Remover los materiales agregados.
 - Establecer áreas donde los escombros puedan ser procesados y posteriormente, si fuera necesario, almacenados.

ANEXO D

ESTUDIO DE CASO: ERUPCIÓN DEL VOLCÁN REVENTADOR, ECUADOR*

Antecedentes

El volcán Reventador, ubicado a 100 kilómetros al noreste de la ciudad de Quito, erupcionó el 3 de noviembre de 2002, y arrojó una nube de ceniza, gases y vapor que alcanzó una altura de 15 kilómetros.

Según los datos proporcionados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, la erupción del volcán Reventador emitió 1.000.000 de toneladas de ceniza a la atmósfera (tres veces más de lo que arrojó el volcán Pichincha en 1999).

La ceniza, compuesta de un material muy fino, que afecta las vías respiratorias, alcanzó el día de la erupción $10.000 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ (microgramos por centímetro cúbico); a los dos días, bajó a $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Se estimaron de 2 a 3 mm en promedio de ceniza acumulada en las vías, plazas, parques y cubiertas de las casas.

En el área rural fueron afectadas más de 250.000 cabezas de ganado, principalmente porque los pastos se cubrieron de ceniza, así como los cultivos. También se observaron daños en los cultivos de flores, principalmente porque se destruyó la infraestructura de los invernaderos por el peso excesivo de ceniza sobre ellos.

Los hospitales atendieron problemas respiratorios de asfixia atribuidos a la caída de ceniza,



Erupción del volcán Reventador.

* Autor: Ing. Francisco de la Torre.

Figura D.1
Ubicación del volcán Reventador con relación a la
ciudad de Quito y su área de influencia



y casos de irritación de la piel. También hubo politraumatismos por caídas durante la limpieza de las cubiertas, e incluso un fallecimiento por esta causa.

Las vías de comunicación se vieron afectadas, principalmente el aeropuerto,

que estuvo cerrado por 8 días, por el gran volumen de ceniza que se tuvo que barrer y recolectar. Las calles estaban llenas de ceniza y tuvo que limitarse la velocidad de tránsito a 20 km/hora para evitar que la ceniza fina se levantara por el paso de los vehículos.

Procesos de limpieza

Se dio alta prioridad a la limpieza del aeropuerto y de las vías públicas,



Como medida de protección, se requirió el uso de mascarillas y gafas.

donde la polvareda impedía la visibilidad. La limpieza de la ceniza demandó gran cantidad de mano de obra, debido al espesor de la capa de ceniza, que, además, al humedecerse, aumentaba su peso significativamente y formaba un lodo pastoso con alta cohesión, lo que dificultaba la limpieza. Las herramientas utilizadas fueron principalmente escobas, palas y fundas, y un equipo de recolección consistente en camiones de volteo (volquetes) y cargadoras.

La participación de la comunidad fue fundamental para las tareas de limpieza. La municipalidad organizó el Día de la Limpieza, denominado minga en el Ecuador. Cada habitante debía limpiar el frente de su domicilio y almacenar la ceniza en fundas plásticas de no más de 30 cm de lado, puesto que envases mayores resultaban muy pesados para el personal de recolección.

Las mingas tuvieron el apoyo de empresas privadas, que destinaron a su personal (y a personal contratado) a barrer áreas públicas. Igualmente, se buscó el apoyo de otras instituciones del gobierno; uno de los más grandes aportes en la recolección de la ceniza fue el ejecutado por el ejército.

Una evaluación de los resultados de las jornadas de limpieza determinó que se recolectaron más de 1.200 toneladas de ceniza por día, con un costo de 15.000 dólares diarios en alquiler de volquetes.

Los reservorios de agua potable fueron cubiertos para evitar su contaminación con ceniza. La Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EMAAP-Q) determinó que el único efecto de la ceniza en el agua fue



Proceso de limpieza de aviones; el aeropuerto estuvo cerrado seis días.



Se contrató 800 personas para la limpieza del aeropuerto. Después de que se levantó la capa de ceniza manualmente se realizó un barrido final con barredoras mecánicas.



Ciudadanos realizan la limpieza de la ceniza.



Personal municipal que realizó la limpieza de las vías y del carril del trolebús. Obsérvese el equipo de recolección constituido por una cargadora.

el aumento de la turbiedad previa al tratamiento y que el aumento de la acidez fue mínimo.

Las lluvias que ocurrieron a los pocos días del evento arrastraron ceniza a los sumideros y generaron el riesgo de que se produzca un taponamiento en la red de alcantarillado por la acumulación de la ceniza. Por esta razón la EMAAP-Q contrató a 18 empresas con 360 obreros para la limpieza de estos conductos.

El lavado de los vehículos se incrementó, así como el reemplazo de los filtros de aire por la acumulación de ceniza.

La comunicación con los pobladores y la diseminación de información fueron fundamentales para lograr resultados positivos en la coordinación de las labores de limpieza. Fue importante la información sobre la protección personal, el uso de herramientas adecuadas de limpieza, formas de almacenamiento de la ceniza y

protección frente a los riesgos, fundamentalmente en la limpieza de las cubiertas.

La municipalidad fijó tres sitios para la disposición de la ceniza en la ciudad, sobre la base de la programación realizada en 1999 para la emergencia del volcán Pichincha³⁵, información que fue difundida entre toda la población. Sin embargo, en las zonas periféricas del Distrito Metropolitano de Quito, se depositó ceniza en sitios no autorizados, como terrenos baldíos y quebradas. Complementariamente, como apoyo a los sectores afectados, los agricultores de

³⁵ Cartilla de EMASEO. **Operativo de Emergencia del Volcán Pichincha**. Setiembre de 1999.

la zona de la costa ecuatoriana propusieron el intercambio de bananos por ceniza para utilizarla como abono complementario y para el control de plagas. Por medio de este proceso de intercambio, se llegaron a transportar alrededor de 300 toneladas de ceniza, lo que constituye un buen ejemplo de reciclaje de los residuos sólidos generados en una situación de desastre.

Figura D.2
Información sobre el procedimiento de limpieza de cubiertas con el fin de evitar accidentes.



Los pobladores temían que las cubiertas colapsaran por el peso excesivo de la ceniza.

ANEXO E

ESTUDIO DE CASO: ALUDES TORRENCIALES EN LA COSTA CENTRAL DE VENEZUELA*

Objetivo

Presentar un resumen de la información disponible sobre las consecuencias de los aludes torrenciales producidos en la costa central de Venezuela en 1999 en el manejo de los residuos sólidos.

Desarrollo

A partir de la documentación relacionada con el mencionado evento y la información obtenida a través de consultas con representantes de la empresa de servicios de residuos sólidos en el Estado Vargas, Venezuela —una de las zonas más afectadas, que es el objeto de esta presentación— se tratan los siguientes aspectos:

- aspectos generales;
- consecuencias del evento;
- actividades realizadas para atender el manejo de residuos sólidos, y
- otras actividades.

El evento. Según los datos reportados por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETRAV), en el período transcurrido entre el primero y el 18 de diciembre de 1999, se generaron precipitaciones anormales y recurrentes sobre extensas áreas de la costa noroccidental y central de Venezuela; parte de ellas se establecieron sobre la cordillera de la costa. En la estación de Maiquetía se registró un total acumulado de 1204 mm de precipitación.

Las precipitaciones de esos días, de naturaleza estacionaria, cayeron sobre terrenos saturados, lo cual desencadenó deslizamientos y derrumbes en múltiples cuencas de la cordillera de la costa, predominantemente en el flanco norte. Las fuertes pendientes que caracterizan buena parte de dicha cuenca favorecieron el arrastre de grandes

* Autora: Rebeca Sánchez, Venezuela, 2003.

masas de sedimentos. La amplitud y duración de las precipitaciones se extendieron a zonas importantes de 9 de los 24 estados de Venezuela.

Los aludes torrenciales que se produjeron en el Estado Vargas en Venezuela, en diciembre de 1999, causaron la peor tragedia natural que se haya producido en ese país. Unas 20 quebradas crecieron simultáneamente y provocaron flujos y avalanchas de barro, rocas y escombros durante los días 15 y 16 de diciembre de 1999. El área afectada se extendió por cerca de 50 km a lo largo de la costa del Litoral Central, desde Catia La Mar hasta Los Caracas. Los damnificados se estimaron en aproximadamente 20.000 personas y los daños materiales superaron los 2.000 millones de dólares.

Consecuencias del evento. Las principales consecuencias del evento en el Estado Vargas se resumen en el cuadro E.1.

Otros datos cuantitativos sobre las consecuencias de la tragedia son los siguientes:

- Área cubierta por piedras, lodo y arena: 807 hectáreas urbanizadas.

Cuadro E.1
Algunas consecuencias del evento en el Estado Vargas

Sector	Consecuencias
Viviendas	Según las empresas Electricidad de Caracas (ELECAR) y la telefónica CANTV, el número de inmuebles residenciales y de servicios para 1999 era de 200.000. Se estima que fueron afectados 76% del total. Por su parte, Defensa Civil reportó que en el Estado Vargas se vieron afectadas 40.160 viviendas unifamiliares, de las cuales unas 20.000 quedaron destruidas. Asimismo, reporta daños no cuantificados en viviendas multifamiliares. CONAVI señala que las edificaciones residenciales afectadas se distribuyen en 432 ranchos, 8.951 casas y 7.000 edificios.
Salud	El 100% de los centros de atención de la salud fueron afectados. De los 5 hospitales existentes, uno resultó con daños mayores y los 4 restantes, con daños menores. De los 36 ambulatorios, 6 resultaron con daños graves y el resto con daños que oscilaban entre menores y mayores.
Educación	Según la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), de 116 edificaciones escolares evaluadas, 74 resultaron sin daños, 24 con daños menores, 14 con daños mayores y 4 con daños graves. Adicionalmente, se pudo conocer que de los 11 edificios que conformaban el Núcleo de la Universidad Simón Bolívar, 9 resultaron con daños graves.
Vialidad	Las vías urbanas e interurbanas quedaron fuertemente afectadas. Se estima en 23 el número de puentes con algún tipo de daño. Será necesario reconstruir 24 kilómetros de carreteras y ejecutar reparaciones mayores en la autopista Caracas-La Guaira, la principal arteria vial que comunica la zona con Caracas.
Agua potable	El sistema de aducción Caracas-Litoral, la más importante fuente de abastecimiento, presentó daños severos en una longitud de 1.400 metros de la tubería de 24".
Desagüe	Se estima que el sistema se perdió en 70%.
Electricidad	ELCAR reportó diversos daños en el sistema eléctrico. Se estima una pérdida de operatividad de 20%.
Turismo	En los 27 hoteles que tenían de 1 a 5 estrellas y que estaban registrados en la Asociación de Hoteles de Venezuela, los daños fueron en general menores y básicamente de tipo funcional. De 8 clubes privados, en 4 se reportaron daños graves o mayores. De los 10 balnearios públicos existentes en la zona, solo uno resultó sin daños; en los restantes se reportaron desde daños menores hasta totales.
Manejo de residuos sólidos	El precario servicio de aseo urbano domiciliario existente quedó totalmente interrumpido. El sitio de disposición final, un relleno sanitario medianamente controlado, quedó inco-municado.

Fuente: adaptado de PNUD-CAF (2000).

- Superficie del volumen total estimado de sedimentos: 4 millones de m³.
- Extensión de playas afectadas: 50 km.

Actividades realizadas para atender el manejo de residuos sólidos.

Se ha tratado de separar la información por tipos de residuo: municipal, escombros y residuos peligrosos. Es importante aclarar que existen muchas debilidades para atender la recolección y el tratamiento de residuos sólidos en condiciones normales, más aún en situaciones de desastre.

Residuos municipales. En el momento de la tragedia la situación relacionada con el manejo de residuos sólidos en la zona podía catalogarse como crítica. El sistema de aseo urbano y domiciliario era inadecuado e insuficiente, se carecía de infraestructura para el almacenamiento temporal de residuos y existía un sitio de disposición final que operaba en condiciones medianamente controladas (recubrimiento diario de residuos irregular, escaso o nulo control de gases y lixiviados, deficiencia de maquinarias, entre otros). Todo ello estaba asociado a una falta de conciencia ambiental en la ciudadanía.

La magnitud de la tragedia y la complejidad de la situación para atender el manejo de los residuos sólidos obligaron a las autoridades a declarar el servicio en emergencia e intervenirlo. Reinaba una situación de incertidumbre que aún se mantiene (FUNDACOMUN, 2000).

Se creó la Autoridad Única de Vargas (AUV) como máxima instancia de decisión a nivel estatal, con la misión de coordinar todos los planes y proyectos para la rehabilitación del Estado.

Cuadro E.2

Alianzas establecidas con motivo de la tragedia de Vargas (1999), instituciones involucradas y objeto de su participación

Institución	Objetivo de la participación
Ministerio de Salud y Desarrollo Social Cooperación Cubana	Capacitación, supervisión y coordinación conjunta con FUNDACOMUN para las actividades de fumigación en la zona atendida
Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales	Limpieza de playas, limpieza y reforestación de zonas en Parque Nacional El Ávila
Ministerio de Infraestructura	Información sobre planes de recuperación en la zona seleccionada. Apoyo con maquinaria pesada.
Gobernación del Estado	Coordinación de trabajos de limpieza y recolección.
Alcaldía del Municipio Vargas Empresa Inversiones SABENPE	Coordinación de las operaciones de recolección de residuos sólidos, servicios especiales y transporte hasta el lugar de disposición final existente en el Estado Vargas, relleno sanitario Santa Eduvigis.

La AUV creó una comisión de ambiente presidida por la Fundación para el Desarrollo de la Comunidad y Fomento Municipal (FUNDACOMUN), institución que estableció alianzas con otras instituciones del Estado para atender la problemática ambiental en una zona considerada como prioritaria. Las instituciones involucradas y el propósito de su participación se señalan en el cuadro E.2.

FUNDACOMUN, con el apoyo económico de la embajada de Italia, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), formuló y ejecutó el proyecto "Manejo comunitario de residuos sólidos en el Estado Vargas", con el propósito de contribuir en la rehabilitación de algunas zonas y poblaciones

afectadas. El proyecto tuvo una duración de seis meses. Las parroquias donde se implantó fueron las siguientes:

- Maiquetía: sectores Los Cauchos, El Brillante y Quenepe.
- La Guaira: Sectores Punta de Mulato (parte alta) y El Guamacho.
- Carlos Soublette: sectores Bloque 10 de Marzo y Quebrada Tropical.
- Raúl Leoni: sectores Quebrada Tacagua, Playa Verde hasta Mare Abajo y Bloques de la Aviación.
- Catia La Mar: sectores Quebrada Tacagua y Bloques de la Urbanización Páez, Ezequiel Zamora.
- Macuto: sectores Teleférico, El Cojo, la Veguita y Nuevo Mundo.

La población total de estas parroquias representa 65% de la población del Estado Vargas (312.000 habitantes) y los sectores escogidos en cada una de ellas concentran 35% de ese total (109.200 habitantes).

La estrategia propuesta para abordar el problema consistió en la creación y organización de microempresas asociativas con participación de los damnificados, con lo que se podía lograr una mayor cobertura (con los recursos disponibles) y una mayor ocupación y movilización social.

Se constituyeron y registraron 12 pequeñas empresas, de las cuales 10 se dedicaron a la recolección y la limpieza de residuos sólidos y 2 a la fumigación. Estas pequeñas empresas están conformadas por 2 socios que cumplen el rol de representantes y supervisores de campo inmediatos y 13 obreros que desarrollan las diferentes actividades.

Los resultados de la ejecución del proyecto se pueden agrupar de acuerdo con 5 componentes básicos, enumerados a continuación y detallados en el cuadro E.3.

- técnico-operativo;
- socioeconómico;
- reciclaje;
- participación ciudadana;
- educación ciudadana.

Escombros. Como consecuencia de las lluvias intensas y prolongadas ocurridas en la costa central de Venezuela en 1999, se produjeron cantidades significativas de sedimentos que fueron arrastrados por los aludes torrenciales producidos. Se pudo estimar que solo en el Estado Vargas quedaron depositados en las principales vías 3 millones de toneladas de tierra, barro y piedras. Otras fuentes señalan que el área cubierta por piedras, lodo y arena corresponde a 807 hectáreas urbanizadas. El volumen total de sedimentos se estimó en 4 millones de m³.

Los materiales provenientes de los deslizamientos causados en las zonas más elevadas de los taludes de la parte norte de la cordillera, especialmente los finos, fueron transportados hasta el mar por los nuevos cauces activos de los ríos

Cuadro E.3
Resultados de la ejecución del proyecto "Manejo comunitario
de residuos sólidos en el Estado Vargas"
Convenio FUNDACOMUN-Cooperación Italiana-PNUD

Componente	Propósito	Actividad realizada
Técnico-operativo	Satisfacer la necesidad inmediata de disponer adecuadamente los residuos por el deslave del Ávila y la población.	Durante 7 meses de actividades de limpieza y recolección, se recolectaron 2.083 toneladas de residuos sólidos domiciliarios en lugares de difícil acceso. Para ello se utilizaron 81.200 bolsas plásticas. Adicionalmente, se recogieron 80 toneladas a través de servicios especiales, para retirar enseres domésticos, escombros y residuos vegetales. En las playas atendidas y con el apoyo de maquinaria contratada, se retiraron 2.000 m ³ de madera en una semana. Esto representa 500 toneladas de residuos. Con el apoyo de las empresas de fumigación, se atendieron 43.602 domicilios entre hogares, albergues, planteles educativos y locales comerciales, para un total de 128 sectores donde el control de vectores se hizo efectivo. Con esta actividad se lograron minimizar los focos de reproducción de larvas de <i>Aedes aegypti</i> , roedores, moscas y cucarachas. Cabe destacar que la proliferación de lugares improvisados para la acumulación y disposición de residuos por largos periodos contribuyó a la presencia significativa de roedores.
Socioeconómico	Generación de empleos, creación y organización de microempresas para incentivar la reactivación de la economía local.	Con la creación de 10 pequeñas empresas para la limpieza y la recolección de residuos sólidos y 2 para la fumigación, se generaron 360 empleos temporales para padres de familia damnificados.
Reciclaje	Incentivar la recuperación de materiales sólidos reciclables y contar con otra fuente de ingresos.	El alto volumen de chatarra acumulada en los lugares atendidos sirvió de estímulo para recuperarla y venderla. Sin embargo, fue difícil la recuperación del resto de materiales de reciclaje potencial, por presentar condiciones contaminadas.
Participación ciudadana	Promover organizaciones e iniciativas en beneficio del ambiente y coadyuvar a la corresponsabilidad comunitaria en materia de aseo urbano.	Se realizaron 30 jornadas especiales de limpieza con participación de la comunidad.
Educación ciudadana	Capacitar a la población sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos y domiciliarios y sus efectos en el ambiente y la calidad de vida.	Se dictaron 34 cursos de conservación y reciclaje, con una participación de 680 personas en 24 sectores.

Fuente: FUNDACOMUN, 2001.

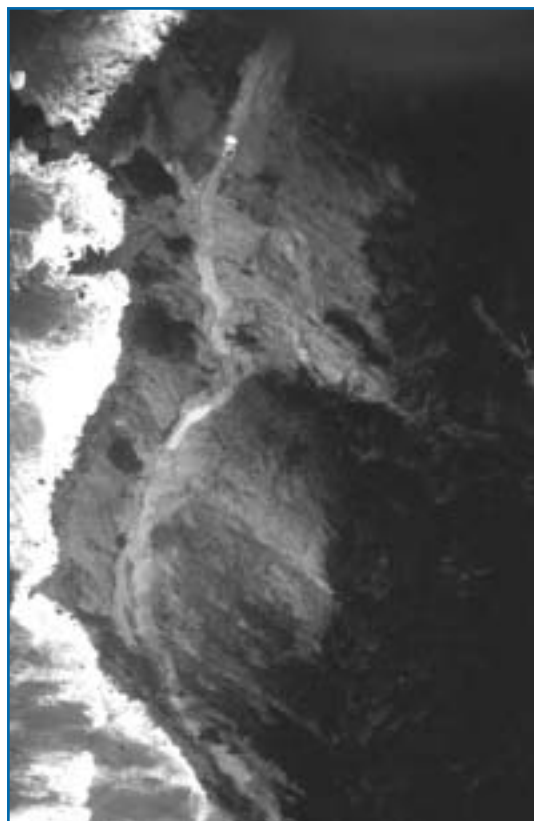
y formaron grandes depósitos deltaicos, como se puede ver en la foto de la derecha.

A lo largo de unos 50 kilómetros de costa se formaron depósitos similares. Ante esta situación, la medida adoptada fue la consolidación de las áreas deltaicas mediante la construcción de obras de protección con las rocas transportadas por la crecida de diciembre de 1999. Estas obras tuvieron dos funciones: consolidar los rellenos sedimentarios constituidos y protegerlos de la erosión causada por el transporte litoral debido al oleaje.

Residuos peligrosos. Aun cuando no se pudo acceder a datos cuantitativos sobre este particular, se pudo conocer que en los almacenes del puerto de La Guaira y las aduanas de la zona se encontraban almacenadas cantidades diversas y significativas de materiales peligrosos, cuyo control se perdió completamente como consecuencia del evento ocurrido.

Ante esta situación, la medida adoptada fue neutralizar las consecuencias para la salud y el ambiente mediante el confinamiento en la zona afectada, para lo cual se utilizaron el material inerte y los escombros producidos por el desastre.

Otras actividades. Ante la magnitud de la tragedia y la demostrada falta de preparación para la prevención y atención en este tipo de situaciones, todas las instituciones involucradas y los estudiosos han coincidido en señalar la necesidad de recoger las lecciones aprendidas y la importancia de constituir una institución oficial que se encargue de coordinar y ejecutar las actividades necesarias con fines de prevención y mitigación de los posibles efectos de estos fenómenos naturales. Sin embargo, no se tiene conocimiento de la incorporación del tema de residuos sólidos en estas tareas.



Formaciones deltaicas como consecuencia de los aludes torrenciales. Estado Vargas, Venezuela (1999).

CIPIS/COMIS, 1999

ANEXO F

ESTUDIO DE CASO: INCENDIO FORESTAL DE OAKLAND*

Antecedentes

El incendio forestal ocurrido en las colinas de Oakland, el 20 de octubre de 1991, destruyó vastas cantidades de vegetación y propiedades. De hecho, se considera que fue el incendio más costoso de la historia, en tanto que los daños de estructuras se estimaron en 1,5 mil millones de dólares. Un desastre de esta magnitud representa un enorme problema de manejo de residuos sólidos.

Respuesta inicial

La principal preocupación de las autoridades locales fue eliminar los peligros inminentes. Por ello se implementaron accesos hacia las áreas afectadas. Esto incluyó la remoción de automóviles incendiados, la identificación y remoción de estructuras y árboles inestables o en riesgo de caerse, el cierre de desagües y líneas de gas, la instalación de controles de tráfico temporales y la identificación y remoción de materiales peligrosos.

Control de la erosión

La siguiente prioridad de las autoridades locales fue prevenir la erosión del suelo y los deslizamientos potenciales. Esta fue una preocupación mayor debido a la topografía de las colinas, que habían perdido su vegetación, y a la cercanía de la época lluviosa.

Contratistas locales

Para poder cumplir sus objetivos, las autoridades contaron con la ayuda de contratistas locales, el Cuerpo de Conservación de California y el Cuerpo de Conservación de la Bahía Este, este último con el objetivo de instalar defensas y reforzar las laderas

* Autor: California Integrated Waste Management Board. **Integrated Waste Management Disaster Plan**. California, 1995.

para impedir los deslizamientos. Adicionalmente, en toda el área incendiada se sembraron semillas por vía aérea y algunos lotes fueron tratados mediante mecanismos de siembra hidráulica. Un tiempo después del evento, la madera recuperada fue utilizada como relleno, aditivos de suelo o material de compostaje. No se registraron problemas posteriores de erosión, aunque hubo fuertes lluvias.



D. Rearman

Incendio en las colinas de Oakland.

Zonificación

El área afectada fue dividida en tres, cada una atendida por contratistas distintos. Todos los escombros del incendio que fueron dispuestos en un relleno sanitario se manejaron como material peligroso, de acuerdo con las guías del Departamento de Salud Ambiental del Condado de Alameda. Consecuentemente, los escombros se dispusieron en celdas exclusivas separadas de las áreas destinadas a la disposición de los residuos municipales.

Material recuperado

Aunque no se tienen cifras exactas de la cantidad total de residuos y escombros generados, las autoridades de la ciudad registraron un total recolectado de 90.213 toneladas, de las cuales se pudo reciclar lo siguiente:

- 3.828 toneladas de metal;
- 2.229 toneladas de madera;
- 4.441 toneladas de concreto y ladrillos.

Las 80.485 toneladas restantes correspondieron a escombros mezclados y diversos. Adicionalmente, se registró en las acciones iniciales la remoción de 2.000 automóviles incendiados y 700 grandes árboles.

Uso de materiales recuperados

A continuación se detallan los materiales que se pudieron recuperar y los mercados identificados para ellos:

- La mayor parte del metal recuperado fue triturado en el lugar y vendido a fábricas de acero y fundiciones.
- El concreto y los ladrillos fueron fracturados y reutilizados como base de carreteras.

- Aproximadamente 4.460,85 m³ (5.835 yardas cúbicas) de ladrillos fueron recuperados para su uso directo. No se contabilizaron en las toneladas recicladas.
- Se tiene almacenada gran parte de la madera recuperada en el incendio para encontrarle un mercado adecuado. Aproximadamente la tercera parte de la madera que se recuperó se utilizó como combustible natural. Se calcula que la mitad de la madera recuperada fue trabajada y utilizada como compost junto con madera quemada para ser utilizada como mejorador de suelo.

ANEXO G

ESTUDIO DE CASO: LAS INUNDACIONES DEL MIDWEST DE ESTADOS UNIDOS*

Antecedentes

La inundación en el Midwest en el verano de 1993 afectó íntegramente a 75 poblaciones y más de 20 millones de acres (8,08 millones de hectáreas) de tierra en nueve estados de Estados Unidos.

Esta inundación afectó o destruyó un estimado de 50.000 viviendas y dañó las pertenencias en miles de otras viviendas que fueron inundadas. Este estudio presenta algunas acciones desarrolladas en el condado Lincoln de Missouri con el fin de manejar eficientemente los escombros y los residuos dejados por este desastre.

Recolección y reciclaje

Las tareas de recolección y limpieza se dividieron de acuerdo con tres grandes categorías de residuos: arena y lodo depositados en caminos, escombros de viviendas y material de demolición. A continuación se desarrolla cada una de estas categorías.

Arena y lodo depositados en caminos

Cuadrillas de trabajo limpiaron el lodo y la arena de los caminos y los acumularon en las zanjas de drenaje ubicadas al costado. Posteriormente, se limpiaron estas zanjas para restaurar el drenaje. Las cuadrillas llevaron el lodo hacia los campos agrícolas para que fuera usado como cubierta superficial.

Escombros de viviendas

Una vez que las aguas comenzaron su descenso, las autoridades del condado Lincoln instalaron contenedores para acumular los escombros provenientes de las viviendas en todos los poblados afectados a lo largo del río Mississippi. Utilizando un contratista privado, se recolectaron hasta 700 contenedores, con cargas variables de 40 a

* Autor: EPA, Planning for Disaster Debris, diciembre de 1995.



FEMA

Viviendas inundadas en Missouri.

90 toneladas, cuyo contenido fue dispuesto en rellenos sanitarios.

Los residuos peligrosos fueron separados para un manejo y disposición diferenciados. También se separó material aprovechable para compostaje, ya que —según las normas locales— está prohibida la eliminación de este material en rellenos sanitarios. La separación de los residuos peligrosos desde el punto de origen fue muy importante para no tener que tomar acciones posteriores.

Material de demolición

Se efectuó una evaluación de los daños en las viviendas y edificaciones. En caso de que el monto de los daños fuera superior al 50% de su valor, se podía vender la propiedad a la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés), mediante un mecanismo de donaciones y financiamiento.

Cuando las viviendas estaban listas para su demolición, cuadrillas de trabajo removían todo el material aprovechable (enchapados de vinilo, ventanas, carpetas de asfalto, muebles, equipamiento eléctrico, entre otros).

El contratista encargado de la demolición tenía entonces la opción de vender o entregar estos materiales para su aprovechamiento posterior, de manera que solamente quedaba por demoler la estructura básica de la casa, que prácticamente era toda de madera. Lo que no se podía aprovechar era incinerado mediante combustión controlada.

Comunicación

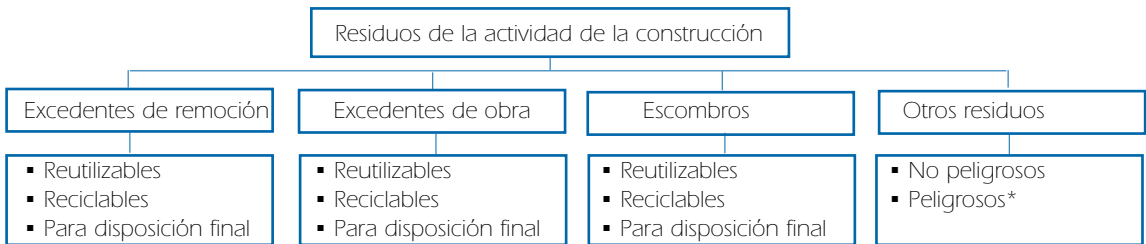
Las autoridades locales enviaron comunicaciones masivas a la población para informar sobre los planes de trabajo, la recuperación de materiales y la demolición. La estrategia de comunicación fue diferenciada de acuerdo con los tres tipos de residuos.

Se utilizaron medios de comunicación directa (llamadas telefónicas y correo postal) así como medios de comunicación masiva (anuncios públicos, periódicos, radio), con el fin de motivar a la población a aprovechar el material separado e informar de los procedimientos que se pensaba seguir. Se contó, además, con un completo plan de señalización de rutas y puntos de acumulación de escombros.

ANEXO H

ESQUEMAS DE ALTERNATIVAS PARA EL RECICLAJE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Cuadro H.1
Clasificación y opciones de manejo de los residuos en la actividad de la construcción



Excedentes de remoción	Excedentes de obra	Escombros
Reutilizables		
Entre otros: Agregados, piedras, tierras con contenido orgánico	Entre otros: Cementos y aglomerantes, retazos de fierro, alambres, piedras, productos cerámicos	Entre otros: Productos cerámicos, piedras
Reciclables		
Entre otros: Bolonería	Entre otros: Concreto sobrante Cascote de ladrillo	Entre otros: Mezcla asfáltica de demolición Concreto de demolición Material no bituminoso de demolición de carreteras Material de demolición no clasificado Mezcla de ladrillo con mortero
Para disposición final		
Materiales contaminados, otros	Materiales contaminados, otros	Escombros contaminados

* En esta categoría se incluyen los materiales peligrosos de las otras fracciones.

Cuadro
Opciones de aprovechamiento de los

Información relevante	Fracciones de residuos	Mezcla asfáltica de demolición NTP###-2		Material no bituminoso de demolición de carreteras NTP###-3
	Procedencia	Carpetas asfálticas	Tratamiento asfáltico superficial	Bases y subbases granuladas no tratadas de pavimentos
Procesos de obtención de fracciones de los residuos	Fresado	Levantamiento/ fresado	Remoción/fresado	
Proceso de obtención de materiales secundarios	-	Chancado	Chancado	
Material secundario obtenido	Granulado de asfalto		Granulado no bituminoso de carreteras	
Usos				Nivel de
Tipo I	Carpeta asfáltica	1		
	Losas de concreto			
	Morteros			2
	Concreto			2
	Ladrillos			1
Tipo II	Bases sin aglomerante	2		1
	Subbase	2		1
	Capa subrasante *	2		1
Tipo III	Rellenos no portantes	3		3
	Taludes contra ruido	3		3
	Rellenos sanitarios			3

Usos: Tipo I: Opciones con uso de aglomerantes (cemento y asfalto).

Tipo II: Opciones sin necesidad de aglomerantes con mayor exigencia técnica.

Tipo III: Opciones sin necesidad de aglomerantes con mínima exigencia técnica.

- Niveles de recomendación:
1. Uso óptimo bajo el criterio de uso de materiales con la opción de mayor exigencia técnica posible.
 2. Uso posible si se supone pérdida en el potencial de reciclaje de la obra realizada con este material secundario.
 3. Opción menos recomendable.

■ No recomendable.

* Capa de espesor h ubicada debajo del nivel de subrasante.

Fuente: **Norma Técnica Peruana 400.050:1999. Manejo de los Residuos de la Actividad de la Construcción. Generalidades**

H.2
residuos de la actividad de la construcción

Concreto de demolición NTP###-4		Materiales de demolición no clasificados NTP###-5		Excedentes de remoción
Losas de concreto	Edificaciones, carreteras, canales			Suelos por remover
Levantamiento/ fresado	Demolición selectiva	Demolición		Levantamiento
Chancado/ selección	Chancado/ selección	Chancado/ selección		
Granulado de concreto		Granulado no clasificado		
recomendación				
	1			
	1	1		
	1	1		
	2	2		
	2			
	2	2		
	3	3		1
	3	3		1
	3	3		1

ANEXO I

MODELOS DE FORMATOS

Formato 1. Formato de estimación de daños en edificaciones

Fecha: _____

Ubicación: _____

Tipo de edificación: _____

Materiales de construcción:

Concreto	()	
Ladrillo	()	
Metal	()	
Vidrio	()	
Madera	()	
Prefabricado	()	
Adobe	()	
Piedra	()	
Otros	()	Especificar: _____

Evaluación de daños:

	Porcentaje
Daño de todos los vidrios, techo, marcos de ventanas	()
Daños en la estructura de soporte del techo	()
Agujeros en paredes, daños en techo y marcos de ventanas	()
Daños en la estructura general	()

Calificación de la categoría de daño: DC ____

DC 1: Daño de todos los vidrios, techo, marcos de ventanas, hasta no más de 33%

DC 2: Daños del techo y marcos de ventanas, hasta no más de 66%

DC 3: Daños en la estructura de soporte del techo hasta de 50%, agujeros en paredes, daños en techo y marcos de ventanas, hasta 100%

DC 4: Daños en la estructura general, hasta de 15%

DC 5: Daños en la estructura general, desde 15% hasta 50%

DC 6: Daños en la estructura general, desde 50% hasta 100%

Determinación de requerimientos de demolición:

Demolición total de la edificación ()

Demolición parcial () Especificar: _____ %

Formato 2. Formato de requerimientos para el manejo de residuos sólidos

Fecha: _____

Ubicación: _____

Localidad: _____

Provincia: _____

Departamento/estado: _____

Población afectada: _____ personas

Generación de residuos: _____ kg/día (0,50 kg/persona/día)

Almacenamiento

Recipientes multifamiliares de 50 L (4 por cada 100 personas): _____

Bolsas plásticas de 20 L (200 por cada 100 personas/semana): _____

Recolección y transporte

Número de técnicos por emplear (2,5 trabajadores por 1.000 personas): _____

Número de camiones por emplear (estimar 10 m³ de capacidad por cada 5 t): _____

Disposición final

Área requerida para enterrar los residuos domésticos: relleno sanitario (5.000 m² por 10.000 personas): _____

Área requerida para enterrar los residuos domésticos: zanjas (1,5 m² por cada 200 personas/semana): _____

Incineradores

Número de incineradores artesanales requerido (1 por cada 600 personas): _____

ANEXO J

SELECCIÓN DE PÁGINAS WEB SOBRE DESASTRES

<http://www.crid.or.cr> (Centro Regional de Información sobre Desastres, CRID)

<http://www.fema.gov/mit/how2.htm> (Federal Emergency Management Agency: Reducing risk through mitigation. The Mitigation How To Series: Protecting Your Business from Disasters—Wildfires, Flooding, Earthquakes, and Wind)

<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea66e/begin.htm> (The OAS' Natural Hazards)

<http://www.oas.org/usde/publications.htm> (publicaciones en inglés y en español de la Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Organización de los Estados Americanos)

<http://www.aed.org/learnlink/> (Academy for Educational Development, Academia para el Desarrollo Educacional)

<http://colorado.edu/hazards> (Natural Hazards Research and Applications Information Center, Centro de Investigación e Información de Desastres Naturales)

<http://www.nandotimes.com> (estadísticas sobre desastres)

<http://www.fema.gov/hazus2.htm> (página elaborada por FEMA, que presenta un GIS para estimar el costo de los desastres en distintos escenarios)

<http://cindi.usgs.gov/index.html> (Center of Integration of Natural Disaster Info)

<http://haznet.org/> (Programa de Compilación de Información acerca de Desastres)

<http://www.newsworld.cbc.ca/cgi-bin/go.pl?1999/06/24/redcross990624> (Cruz Roja predice desastres)

<http://www.oas.org/en/cdmp/rdom/Homepag.htm> (Asociación Dominicana de Mitigación de Desastres)

<http://www.favaca.org> (Florida International Volunteer Corps, asistencia y entrenamiento profesional para mejorar las condiciones económicas y sociales en Centroamérica y el Caribe)

<http://pr.water.usgs.gov> (USGS, Puerto Rico)

<http://www.msf.org/> (Oficina Regional de Emergencias de Médicos sin Fronteras)

<http://www.cpacc.org> (Caribbean Planning Adaptation to Global Climate Change)

<http://www.disaster.info.desastres.net/quimicos/> (página web de la OPS con material de capacitación sobre prevención, preparación y respuesta a desastres por productos químicos peligrosos)

<http://www.alianzaong.org.do> (alianza de ONG dominicanas)

<http://www.apic.or.jp/plazaeg/> (Association for Promotion of International Cooperation, Japón)

<http://www.oas.org/en/cdmp/rdom/Homepag.htm> (Organización de los Estados Americanos)

<http://www.ispnet.org> (Directorio Hemisférico de Organizaciones de la Sociedad Civil)

<http://www.sela.org> (Secretaría Permanente del Sistema Económico Latinoamericano, SELA)

<http://www.cdmha.org> (Centro para Manejo de Desastres y Asistencia Humanitaria, Florida Int. Univ.)

<http://www.fema.gov/library/lib17.htm> (publicaciones de FEMA en español)

<http://www.fema.gov/library/lib06.htm> (información general sobre preparación para desastres y mitigación)

<http://www.ifrc.org> (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y la Media Luna Roja)

<http://www.paho.org/desastres/> (Página web principal de la OPS/OMS sobre desastres)

<http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica> (Página web de la oficina de desastres de la OPS para América del Sur)

<http://www.cepredenac.org/> (Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres en América Central, CEPREDENAC)

<http://www.msf.org/> (Oficina Regional de Emergencia de Médicos sin Fronteras, MSF)

<http://stormcarib.com/> (The Caribbean Hurricane Page)

<http://www.colorado.edu/hazards> (Natural Hazards Center, Colorado)

<http://www.le.ac.uk/scarman> (Scarman Centre, Universidad de Leicester)

<http://www.waikato.ac.nz> (Universidad de Waikato, Nueva Zelanda)

- <http://www.uniandes.edu.co> (Universidad de Los Andes, Colombia)
- <http://www.unu.edu> (United Nations University)
- <http://www.disaster-timeline.com> (Disaster Timeline)
- <http://epix.hazard.net/> (materiales informativos del Canadá sobre preparación ante emergencias)
- <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/> (Canada Centre for Remote Sensing)
- <http://www.cepis.ops-oms.org> (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente-CEPIS)
- <http://www.cenapred.unam.mx> (Centro Nacional de Prevención de Desastres de México)
- <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/disaster.htm> (guía para el manejo de escombros generados en desastres; se incluyen estudios de caso)
- <http://www.stopwaste.org/dp/contents.html> (Plan para el Manejo de Residuos Generados por Desastres del condado de Alameda, California)
- <http://www.ciwm.ca.gov/Disaster/DisasterPlan/> (Plan para el Manejo Integrado de Residuos Generados en Desastres-Integrated Waste Management Board)
- <http://www.ocipep.gc.ca> (Oficina para la Protección de Infraestructura Crítica y Preparación para Emergencias, Canadá)
- <http://www.sphereproject.org> (Proyecto Esfera)
- <http://www.icrc.org> (Comité Internacional de la Cruz Roja)
- <http://www.helid.desastres.net> (Biblioteca Virtual e Salud y Desastres)

GLOSARIO

Basura. Sinónimo de residuos sólidos municipales y de desechos sólidos.

Basurero. Botadero, vertedero o vaciadero.

Botadero. Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario. Sinónimo de **vertedero**, **vaciadero** o **basurero**.

Contenedor. Recipiente de capacidad variable empleado para el almacenamiento de residuos sólidos.

Desecho sólido. Sinónimo de residuos sólidos municipales y de basura.

Entidad de aseo urbano. Persona natural o jurídica, pública o privada, encargada o responsable en un municipio de la prestación del servicio de aseo.

Escombrera. Área destinada para la eliminación de escombros y restos de demolición no aprovechables (materiales inertes), que pueden ser naturales (por ejemplo, hondonadas o depresiones) o creadas por el hombre (por ejemplo, canteras abandonadas).

Escombros. Desecho proveniente de las construcciones y demoliciones de casas, edificios y otro tipo de edificaciones.

Gestión. Véase **manejo**.

Limpieza pública. Sinónimo de **aseo urbano**.

Lixiviado. Líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, humedad de la basura y descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos. Sinónimo de **percolado**.

Lodo. Líquido con gran contenido de sólidos en suspensión, proveniente de la mezcla profusa de agua y tierra, por operaciones como el tratamiento de agua, de aguas residuales y otros procesos similares.

Manejo. Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente. Incluye el almacenamiento, el barrido de calles y áreas públicas, la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento, la disposición final y cualquier otra operación necesaria.

Percolado. Sinónimo de **lixiviado**.

Reciclaje. Proceso mediante el cual los materiales segregados de los residuos son reincorporados como materia prima al ciclo productivo.

Relleno de seguridad. Relleno sanitario destinado a la disposición final adecuada de los residuos industriales o peligrosos.

Relleno sanitario. Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente, y el control de los gases y lixiviados y la proliferación de vectores, a fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.

Residuos sólidos. Cualquier material incluido dentro de un gran rango de materiales sólidos, también algunos líquidos, que se tiran o rechazan por estar gastados, ser inútiles, excesivos o sin valor. Normalmente, no se incluyen residuos sólidos de instalaciones de tratamiento.

Residuo sólido especial. Residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye los residuos sólidos de establecimientos de salud, productos químicos y fármacos caducos, alimentos expirados, desechos de establecimientos que usan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

Residuo sólido municipal. Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad gubernamental. Sinónimo de **basura** y **desecho sólido**.

Residuo peligroso. Residuo sólido o semisólido que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables, explosivas o patógenas plantea un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al ambiente cuando su manejo se realiza en forma conjunta con los residuos sólidos municipales, con autorización o en forma clandestina.

Residuo sólido domiciliario. Residuo que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

Residuo sólido comercial. Residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.

Residuo sólido institucional. Residuo generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, así como en terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras entidades.

Residuo sólido industrial. Residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipos e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.

Residuo sólido patógeno. Residuo que, por sus características y composición, puede ser reservorio o vehículo de infección para los seres humanos.

Residuo sólido tóxico. Residuo que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daño e incluso la muerte a los seres vivos o puede provocar contaminación ambiental.

Residuo sólido combustible. Residuo que arde en presencia de oxígeno por acción de una chispa o de cualquier otra fuente de ignición.

Residuo sólido inflamable. Residuo que puede arder espontáneamente en condiciones normales.

Residuo sólido explosivo. Residuo que genera grandes presiones en su descomposición instantánea.

Residuo sólido radiactivo. Residuo que emite radiaciones electromagnéticas en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.

Segregación. Actividad que consiste en recuperar materiales reusables o reciclados de los residuos.

Segregador. Persona que se dedica a la segregación de la basura y que tiene diferentes denominaciones en los países de la región: **cirujas** en la Argentina; **buzos** en Bolivia, Cuba, Costa Rica y República Dominicana; **catadores** en el Brasil; **cachureros** en Chile; **basurriegos** en Colombia; **chamberos** en el Ecuador; **guajeros** en Guatemala; **pepenadores** en México y El Salvador; **segregadores** en el Perú y **hurgadores** en el Uruguay.

Servicio de aseo urbano. El servicio de aseo urbano comprende las siguientes actividades relacionadas con el manejo de los residuos sólidos municipales: almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia, tratamiento, disposición sanitaria, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, recuperación y reciclaje.

Tratamiento. Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes.

Vertedero. Sinónimo de **botadero** o **vaciadero**.

Vector. Ser vivo que puede transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos o a los animales directa o indirectamente. Comprende a las moscas, mosquitos, roedores y otros animales.

BIBLIOGRAFÍA

Documentos recomendados

Manejo de residuos sólidos

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Saneamiento ambiental en casos de desastre**. Guatemala, 1998.

OMS. **Guía de saneamiento en desastres naturales**. Ginebra, OMS, 1971.

OMS/Regional Office for the Eastern Mediterranean. **Environmental Health Management in Emergencies**. Alejandría, OMS, 1991.

OMS/PNUMA. **Manual on Water and Sanitation for Health in Refugee Camps**. Jordania, 1991.

OPS. **Los desastres naturales y la protección de la salud**. Washington, D. C., OPS, 2000.

OPS. **Manual de Vigilancia Sanitaria-Saneamiento en Desastres**. Washington, D. C., OPS, 1996.

OPS/Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre. **Desastres: preparativos y mitigación en las Américas**, Boletín 80, Costa Rica, 2000.

OPS. **Salud Ambiental con posteridad a los desastres naturales**. Washington, D. C., OPS, 1982.

Proyecto de la Esfera. **Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre**. Ginebra, 1999.

Manejo de escombros y residuos de demolición

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. **Planning for Disaster Debris**, 1995.

California Integrated Waste Management Board. **Integrated Waste Management Disaster Plan**. California, 1995.

PNUMA/International Environmental Technology Centre. **Earthquake Waste Symposium**. Osaka, 1995.

University of British Columbia. **Disaster Debris Management**. Canadá, 1995.

Documentos complementarios

APROSAC. **El manejo integral de desechos sólidos**. Panamá, 1997.

Banco Interamericano de Desarrollo. **Informe preliminar: manejo integral de escombros y residuos de construcción**. Washington, D. C., 1999.

Canadian Transport Emergency Centre. **Initial Emergency Response Guide**. Canadá, 1992.

Cantanhede, Alvaro. Informe de viaje a El Salvador. Propuesta de ejecución de fondos de emergencia, terremoto de El Salvador. Lima, 2001.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. **Refugios temporales (albergues)**. Guía práctica. México, 1992.

Comisión Económica para América Latina-CEPAL. **Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos**. Chile, 1997.

Colegio de Ingenieros Civiles-Jalisco. **La ingeniería en casos de desastre**. Jalisco, 1975.

Cuba-Ministerio de Salud Pública. **Salud ambiental con posterioridad a desastres**, 1998.

El Salvador. Diario Oficial, tomo 347.

El Salvador-Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Guías operativas del sector salud**. San Salvador, 2001.

Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Guia basico de saneamento**. Brasil, 1986.

Galdos, Jorge. **Saneamiento ambiental en contextos de desastres naturales y en salud ambiental**. Perú, 1997.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual-INDECOPI. **Norma Técnica Peruana 400.050:1999. Manejo de los Residuos de la Actividad de la Construcción-Generalidades**. Lima, INDECOPI, 1999.

Lauritzen, E. K. **Disaster Waste Management**. Technical Paper.

OMS. **Protocolos de evaluación sanitaria rápida en situaciones de emergencia**. Ginebra, OMS, 1971.

OMS. **Safe Management of Waste from Health-Care Activities**. Ginebra, OMS, 1999.

OPS. **Administración sanitaria de emergencias con posteridad a los desastres naturales**. Washington, D. C., OPS, 1981.

OPS. **Administración de emergencias en salud ambiental y provisión de agua**. Washington, D. C., OPS, 1988.

- OPS. **Crónicas de desastres: terremotos en El Salvador**, 2001. Washington D. C., OPS, 2002.
- OPS. **Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe**. Washington, D. C., OPS, 1998.
- OPS. **Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: guía para una respuesta eficaz**. Washington, D. C., 2001.
- OPS. **Evaluación de necesidades en el sector Salud con posteridad a inundaciones y huracanes**. Washington, D. C., 1989.
- OPS. **Manejo de los desechos médicos en los países en desarrollo**. Washington, D. C., 1997.
- OPS. **Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable**. Ecuador, 1998.
- OPS. **Organización de los servicios de salud para situaciones de desastre**. Washington, D. C., OPS, 1983.
- OPS. **Organización local para situaciones de emergencia**. Perú, 2001.
- OPS. **Participación Comunitaria–REPINDEX**. Perú, 1996.
- OPS. **Residuos sólidos municipales. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales**, 1991.
- OPS. **Salud en Moquegua, una emergencia social: recuperando y mejorando la salud después del terremoto**. Lima, OPS, 2001.
- OPS. **Los desastres naturales y la protección de la salud**. Publicación Científica 575. Washington, D. C., OPS, 2000.
- OPS/CEPIS. **Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales**. Washington, D. C., 1997.
- OPS/CEPIS. **Informe Técnico 477. Medidas de apoyo a la situación de emergencia**. Lima, OPS/CEPIS, 1999.
- OPS/OMS-Oficina de Representación de El Salvador. **Memoria. Lecciones aprendidas de los terremotos del 2001 en El Salvador**. San Salvador, 2001.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. **Guidelines on Aid and Environment No. 7**. Francia, 1994.
- Perú-Ministerio de Salud-Dirección General de Salud. **Diagnóstico situacional del manejo de los residuos sólidos de hospitales administrados por el Ministerio de Salud**. Lima, 1995.
- RILEM (International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures). **Disaster Planning, Structural Assessment, Demolition and Recycling**. Gran Bretaña, 1994.
- Sandoval, Leandro. Informe de viaje de evaluación. Sismo de Moquegua. Lima, OPS/CEPIS, 2001.
- SESPAS (Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, República Dominicana). **Normas y procedimientos de saneamiento en casos de desastre**. República Dominicana.

- Tchobanoglous, George; Theisen, Hilary; y Vigil, Samuel A. **Gestión integral de residuos sólidos**. McGraw-Hill, 1994.
- Unión Europea. **Guía de Capacitación, Gestión y Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios**, Programa Regional de Desechos Hospitalarios, convenio ALA 91/33, entre la Unión Europea y los gobiernos de Centroamérica, 1998.
- Unión Europea. **Manual para personal médico y de enfermería, gestión y manejo de desechos sólidos hospitalarios**. Programa Regional de Desechos Hospitalarios, convenio ALA 91/33, entre la Unión Europea y los gobiernos de Centroamérica, 1998.
- University of Wisconsin. **The Disaster Handbook for Extension Agents**. Wisconsin, 1994.
- Water and Sanitation for Health Project. **Water and Sanitation Efforts among Displaced Kurdish Civilians**. Washington, D. C., 1991.
- Water, Engineering and Development Center. **Emergency Sanitation: Assessment and Programme Design**, Reino Unido, 2002.