

# GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN SITUACIONES DE DESASTRE



1



SERIE SALUD AMBIENTAL Y DESASTRES

¿Cómo afecta un desastre natural al sistema de manejo de residuos sólidos de una ciudad? ¿Qué hacer ante residuos nuevos como escombros, restos de demolición, árboles y maleza y —en los casos más graves— cuerpos de seres humanos y animales? ¿Cómo atender las necesidades que en este terreno tienen los albergues provisionales y los campamentos de damnificados? ¿Qué se debe hacer con los residuos peligrosos como los generados en establecimientos de salud? ¿En qué aspectos y de qué manera debe incentivarse la participación de los pobladores?

Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre es una guía que brinda respuestas a estas y otras interrogantes desde la propia experiencia de América Latina y el Caribe. En su elaboración han intervenido profesionales de distintos países de la Región, especializados tanto en el manejo de desastres como en la gestión de residuos sólidos. El volumen está dirigido a técnicos del área de saneamiento, profesionales de la salud y todos aquellos especialistas que en una situación de desastre natural deben colaborar con el restablecimiento de los servicios básicos para salvaguardar la salud de la población.

El libro complementa la presentación ordenada de pautas y acciones básicas con estudios de caso que relatan las experiencias de manejo de residuos sólidos después de distintos tipos de desastres ocurridos en la Región: el terremoto que afectó al Eje Cafetero de Colombia (1999), la erupción del volcán Reventador en el Ecuador (2002) y las aludes torrenciales en la costa central de Venezuela (1999). Además, se incluyen textos relativos a los incendios forestales de Oakland (1991) y a las inundaciones en el Midwest de Estados Unidos (1993).

Esta publicación se puede ver en línea en:  
[www.paho.org/desastres](http://www.paho.org/desastres)  
[www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org)

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN SITUACIONES DE DESASTRE



VOLCANES  
SEQUIAS  
INUNDACIONES  
HURACANES  
DESLIZAMIENTOS  
TERREMOTOS



Organización  
Panamericana  
de la Salud

Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

Área de Preparativos para Situaciones de  
Emergencia y Socorro en Casos de Desastre



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria  
y Ciencias del Ambiente

---

**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](mailto: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](mailto: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](mailto: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 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 hazy and dusty.

# 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 <sup>a</sup>	0,3 a 0,8
CEPAL <sup>b</sup>	0,5 a 1,2

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

<sup>b</sup> 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 día<sup>1</sup>) 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 Aires<sup>2</sup>.

**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 <sup>3</sup>

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-

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 transitoria<sup>3</sup>, 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 tamaño<sup>4</sup>.

**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 m<sup>3</sup>), 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-

<sup>3</sup> Existe en el mercado una amplia variedad de equipos, cuya capacidad varía de 4,58 a 38,22 m<sup>3</sup>, equivalentes a 6,0 y 50,0 yd<sup>3</sup>, respectivamente.

<sup>4</sup> 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 semicontrolados<sup>5</sup>. 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

<sup>5</sup> 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 día<sup>6</sup>.

**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.

<sup>6</sup> 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 Armenia<sup>7</sup>, 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**

	<b>Terremotos</b>	<b>Huracanes/ tornados</b>	<b>Inundaciones</b>	<b>Tsunamis</b>
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.

<sup>7</sup> 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)<sup>8</sup>. 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,

<sup>8</sup> 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 sólidos<sup>9</sup>.

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,

<sup>9</sup> 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 <sup>a</sup>	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 <sup>b</sup>	2 a 4 m <sup>3</sup> de residuos por día/1.000 habitantes (equivale a 300-600 gramos por persona).

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

<sup>b</sup> 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 adecuadamente<sup>10</sup>. 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 campamentos<sup>11</sup>. 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 <sup>a</sup>
25 a 50 personas	50 a 100 litros <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, 1999.

<sup>b</sup> OPS. **Manual de Vigilancia Sanitaria-Saneamiento en Desastres**. Washington, D. C., OPS, 1996, p. 104.

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

<sup>11</sup> 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 capacidad<sup>12</sup>; 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 m<sup>3</sup>) 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 final<sup>13</sup>.

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).

<sup>12</sup> OMS-PNUMA. Op. cit., p. 12.

<sup>13</sup> OMS. **Guía de saneamiento en desastres naturales**. Ginebra, OMS, 1971, p. 71.

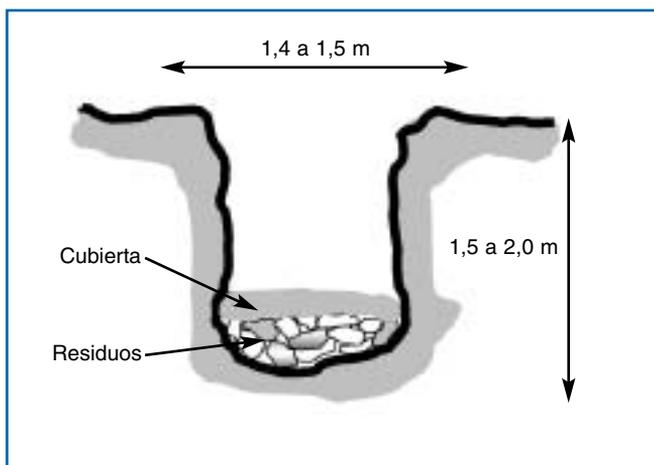
#### d. Tratamiento y disposición final

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 grosor<sup>14</sup>. 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.

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

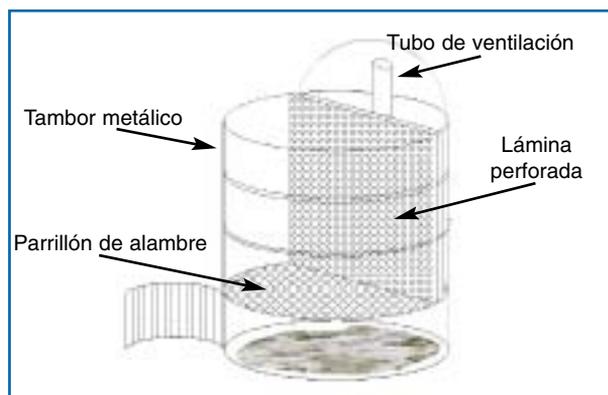
Pueden disponerse puntos pequeños de incineración si se adaptan cilindros o barriles metálicos, como se muestra en la figura 2. Estos incineradores artesanales tienen capacidad para tratar los residuos domésticos generados por 300 personas en un día por cada operación de incineración, que alcanza hasta 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 días<sup>15</sup>; 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.

<sup>15</sup> 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**

	<b>Escombros de edificaciones dañadas</b>	<b>Sedimentos del suelo</b>	<b>Residuos de maleza</b>	<b>Restos de propiedad particular*</b>	<b>Cenizas y maderas</b>
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 <sup>3</sup> de residuos de malezas generados por el huracán Hugo en Carolina del Norte (setiembre de 1989)	1,52 <sup>a</sup>
Millones de m <sup>3</sup> de escombros generados por el huracán Iniki, en Hawai (setiembre de 1992)	3,82 <sup>b</sup>
Millones de m <sup>3</sup> de escombros generados por el huracán Andrés, en Florida (agosto de 1992), solamente en el condado Metro-Dade	32,87 <sup>c</sup>
Millones de m <sup>3</sup> de escombros generados por el terremoto Northridge, en California (enero de 1994)	5,35 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> 2 millones de yardas cúbicas.

<sup>b</sup> 5 millones de yardas cúbicas.

<sup>c</sup> 43 millones de yardas cúbicas.

<sup>d</sup> 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)<sup>16</sup>.

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;

<sup>16</sup> 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 cuadrado<sup>17</sup>; 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 m<sup>3</sup> 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.

OPIS/OMIS, C. Osorio, 2001

<sup>17</sup> 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 m<sup>3</sup>, además de una generación adicional prevista de 900.000 m<sup>3</sup> 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