



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 domiciliaria. 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 Ronesvalles.

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 incomunicado.

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.

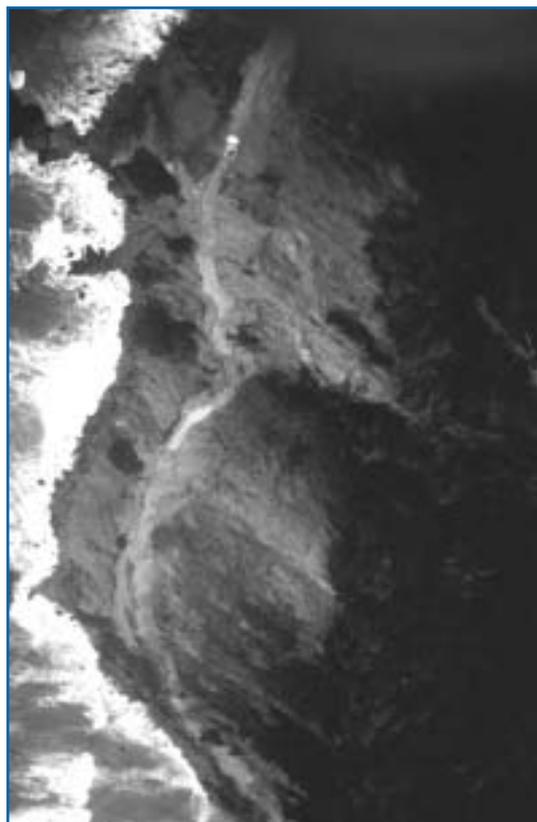
y formaron grandes depósitos deltaicos, como se puede ver en la foto de la derecha.

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).

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

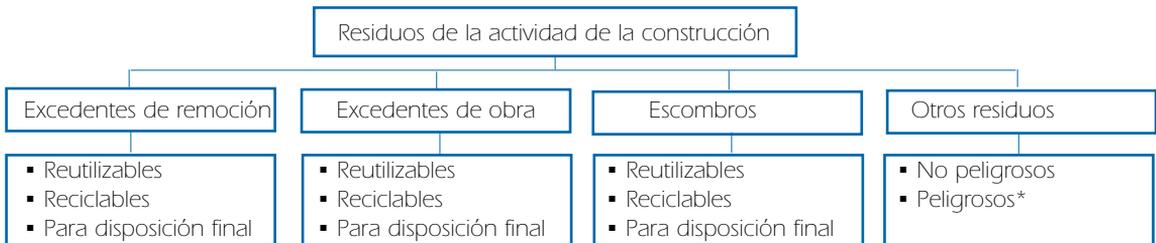
Las autoridades locales enviaron comunicaciones masivas a la población para informar sobre los planes de trabajo, la recuperación de materiales y la demolición. La estrategia de comunicación fue diferenciada de acuerdo con los tres tipos de residuos.

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)