



---

## **Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud**

### **Nota aclaratoria**

La primera edición de este documento "Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios" publicada en 1994, y auspiciada por la Oficina de Representación de la OPS/OMS en el Perú, fue preparada por Jorge Villena Chávez, consultor contratado por la OPS, con la colaboración de los siguientes profesionales del CEPIS:

Alvaro Cantanhede, Asesor en Residuos Sólido  
Gladys Monge, Profesional Residente  
Pilar Tello, Profesional Residente  
Gina Wharwood, Profesional Residente

Esta publicación es una edición revisada del documento anterior y se presenta con el título "Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud". La Guía se publica con el auspicio de la GTZ, Agencia de Cooperación Técnica de la República de Alemania. Las siguientes personas contribuyeron en la revisión:

Participantes del Seminario-Taller de Minimización de Residuos,  
Grupo de Residuos Hospitalarios, Colombia, agosto 1995  
Juan Carlos Burgos, Ministerio de Salud, Argentina  
Wanda Ma. de Risso, Ministerio de Salud, Brasil  
Martín Chinchilla, Ministerio de Salud, Costa Rica  
Consuelo Meneses, Ministerio de Salud, Ecuador

---

### **Prefacio**

Los residuos peligrosos generados en los establecimientos de salud representan un grave problema que incide en la alta tasa de enfermedades infecciosas que registran los países de América Latina. Su potencial patogénico y la ineficiencia de su manejo, incluida la generación, manipulación,

inadecuada segregación y la falta de tecnología para su tratamiento y disposición final, constituyen un riesgo para la salud de la comunidad hospitalaria y la población en general.

En 1994, la necesidad de encontrar una tecnología apropiada para el manejo interno de los residuos hospitalarios motivó que el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y el Ministerio de Salud (MINSA), elaborasen la "*Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios*". La preparación de la Guía estuvo a cargo del profesional peruano Ing. Jorge Villena Chávez y contó con el patrocinio de la Oficina de Representación de la OPS en el Perú.

En el Seminario-Taller sobre Minimización de Residuos organizado por REPAMAR, en Santafé de Bogotá, en agosto de 1995, un grupo de trabajo compuesto por profesionales de diversos países de la Región analizó la guía original publicada en 1994. El grupo de trabajo enriqueció el documento con diferentes modificaciones y aportes, los que fueron incorporados a la presente versión por el Ing. Jorge Villena, representante del Perú en el evento.

El Seminario-taller fue auspiciado por la GTZ, Agencia de Cooperación Técnica de la República de Alemania, la que también financia la segunda etapa del Proyecto Fortalecimiento Técnico del CEPIS, cuyo principal componente es la Red Panamericana de Manejo de Residuos (REPAMAR).

La Guía, denominada ahora "*Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud*", está dirigida a los responsables de la gestión de los establecimientos de salud en sus diferentes niveles. El texto se ha dividido en tres áreas: aspectos organizativos; aspectos técnico-operativos; y aspectos de recursos humanos. El contenido del documento se adapta a diferentes tipos de establecimientos de salud y sus dos anexos explican en detalle la clasificación y caracterización de los residuos hospitalarios.

- [Anexo1. Clasificación de los residuos sólidos e atención de salud](#)
  - [Anexo2. Caracterización de los residuos sólidos en centros de atención de salud](#)
- 

## 1. Introducción

La presente guía tiene como objetivo fundamental orientar la implementación de un sistema organizado de manejo de residuos sólidos dentro de los centros de salud, con la finalidad de controlar y reducir los riesgos para la salud debido a la exposición a los residuos peligrosos que ellos generan. Esta guía no detalla las operaciones de transporte, tratamiento y disposición final de residuos, ya que éstas se desarrollan generalmente fuera del establecimiento de salud.

Se ha considerado tres aspectos fundamentales, la organización del sistema de manejo de los residuos sólidos, los aspectos técnico-operacionales relacionados con los residuos sólidos y los recursos humanos necesarios para la conducción del sistema.

Para el desarrollo de dichos aspectos se ha considerado al hospital o cualquier otro centro de atención de salud como un todo, subdividido en servicios especializados que ejecutan procesos diferentes y generan residuos sólidos también diferentes. Se debe entender que todos los miembros de la comunidad de los centros de atención de salud, incluidos los pacientes, visitas y público en general, tienen relación directa con la generación de residuos sólidos y están expuestos por igual a los riesgos que dichos residuos puedan significar. Por ello, todos deben participar en el establecimiento de las medidas de control y formar parte de la solución.

El correcto gerenciamiento de los residuos sólidos significa no sólo controlar y disminuir los riesgos, sino lograr la minimización de los residuos desde el punto de origen, lo cual elevaría también la calidad y eficiencia de los servicios que brinde el centro de atención de salud.

Un sistema adecuado de manejo de los residuos sólidos en un centro de atención de salud, permitirá controlar y reducir con seguridad y economía los riesgos para la salud asociados con los residuos sólidos.

---

## 2. Aspectos organizativos

*¿Cómo se organiza un sistema de manejo de residuos sólidos en un centro de atención de salud?*

Mediante las siguientes acciones:

1. Subdividir el centro de atención de salud por servicios especializados.
2. Establecer una clasificación de los residuos sólidos generados.
3. Determinar responsabilidades bien definidas.
4. Caracterizar los residuos sólidos generados a través de un estudio.

## 2.1 Subdivisión del centro de atención de salud por servicios

Un centro de atención de salud generalmente está subdividido en unidades que prestan servicios especializados. Los servicios, por razones de riesgo sanitario, deben estar delimitados físicamente en el interior de los centros de atención de salud. Esta delimitación física determinará también los puntos de generación de residuos.

### *¿Cuáles son los servicios especializados de un hospital?*

Un hospital para cumplir con sus funciones y alcanzar sus objetivos, debe contar con los siguientes servicios especializados:

#### a. Servicios de hospitalización

Salas de hospitalización, de operación, de partos; central de equipos; admisión; servicios de emergencia; otros.

#### b. Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento

Anatomía patológica; laboratorio; radiodiagnóstico; gabinetes; audiometría; isótopos radiactivos; endoscopía; cistoscopía; radioterapia; banco de sangre; medicina física; otros.

#### c. Servicios de consulta externa y similares.

#### d. Servicios directos complementarios

Enfermería; relaciones públicas y trabajo social; archivo clínico; dietética; farmacia; otros.

#### e. Servicios generales

Servicios indirectos; alimentación; lavandería; almacén; ingeniería y mantenimiento; programa docente; programa de investigación; otros.

La complejidad del centro (posta médica, centro médico, hospital regional, etc.) determina la calidad (características) de los residuos sólidos que se generan. Por otro lado, la cantidad depende de varios factores como pueden ser, tipo y número de atenciones, número de personal y porcentaje de camas ocupadas, entre otros.

## 2.2 Definiciones

### *Residuos hospitalarios*

En la presente guía se definen los residuos hospitalarios como aquéllos desechos generados en los centros de atención de salud durante la prestación de servicios asistenciales, incluyendo los generados en los laboratorios.

### *Centros de atención de salud*

Hospital, sanatorio, clínica, policlínico, centro médico, maternidad, sala de primeros auxilios y todo aquel establecimiento donde se practique cualquiera de los niveles de atención humana o animal, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, y en aquellos centros donde se realiza investigación.

## 2.3 Clasificación de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud

Una clasificación adecuada de los residuos que se generan en un centro de atención de salud permite que su manejo sea eficiente, económico y seguro. La clasificación facilita una apropiada segregación de los residuos, reduciendo riesgos sanitarios y costos en el manejo de los mismos, ya que los sistemas más seguros y costosos se destinarán sólo para la fracción de residuos que lo requieran y no para todos.

Con el objeto de facilitar la recolección de residuos clasificados en las fuentes de generación y teniendo en cuenta la diversidad de los centros de atención de salud en los países de la Región, en esta guía se presenta una forma sencilla y práctica de clasificar los residuos sólidos de acuerdo a su peligrosidad.

Tomando como criterio el riesgo para la salud y considerando los puntos de generación y los tipos de tratamiento o disposición final que se le debe dar a los residuos, éstos se clasifican en peligrosos y no peligrosos (anexo I):

### *a. Infecciosos*

Son aquellos residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones, etc.) que contienen patógenos. Estos residuos representan diferentes niveles de peligro potencial de acuerdo al grado de exposición con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

### *b. Especiales*

Son los residuos peligrosos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud. Estos residuos constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas, tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad.

### c. Comunes

Son aquellos residuos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores. No representan peligro para la salud y sus características son similares a los residuos domésticos comunes.

*¿Cómo se practica la clasificación de los residuos sólidos en un centro de atención de salud?*

En el cuadro 1, se muestra los diferentes tipos de servicio de un hospital y el tipo de residuo que generan. En el anexo I, se presenta en forma detallada el sistema de clasificación de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud.

En el anexo I se incluye además la clasificación alemana y las sugeridas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), las cuales presentan mayor detalle y complejidad, por lo que podrían ser adoptadas por grandes centros de atención de salud.

## 2.4 Determinación de responsabilidades

Son numerosos los factores que intervienen en el manejo de los residuos sólidos al interior de cada centro de atención de salud. Por ello, las responsabilidades deben estar claramente determinadas a fin de que el manejo sea seguro y no ponga en riesgo a la comunidad intra y extra hospitalaria. Los médicos, paramédicos, personal auxiliar y administrativo, pacientes, visitas y público en general, contribuyen directa o indirectamente a la generación de residuos. La organización de las actividades, la tecnología utilizada y la capacitación del personal, determina también la cantidad y calidad de los residuos que generará el centro de atención de salud.

*¿Quiénes son responsables del manejo interno de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud?*

El Director del centro de atención de salud es quien tiene la máxima responsabilidad en el manejo interno de los residuos sólidos generados en su establecimiento, luego

existen además diferentes niveles de responsabilidad que recaen en distintas personas, así tenemos:

- a. El comité de higiene y seguridad del hospital** presidido por el director del centro y conformado por los jefes de los servicios especializados. Es la máxima instancia que aprueba las actividades que conformarán el plan anual de higiene y seguridad y es también el principal responsable del manejo interno de los residuos sólidos hospitalarios.
- b. Los jefes de los servicios especializados** que conducen la buena marcha de sus respectivos servicios. Son responsables de la generación, segregación o separación, acondicionamiento o tratamiento y almacenamiento de los residuos sólidos mientras éstos permanezcan dentro de las instalaciones del servicio.
- c. El jefe del servicio de limpieza** responsable de la recolección de los residuos sólidos y su traslado al punto de almacenamiento externo, tratamiento o estación de reciclaje, según sea el caso.
- d. El jefe de ingeniería y mantenimiento** responsable de almacenar los residuos en el exterior del centro para proceder a su tratamiento, comercialización y entrega al servicio de recolección externa municipal o particular, según corresponda.

Lo mencionado puede adaptarse de acuerdo al tamaño, características y complejidad del centro de atención de salud. Lo importante es que el centro cuente con una unidad responsable que asuma la organización y ejecución del manejo interno de los residuos en coordinación con otros comités.

## 2.5 Estudio inicial de caracterización de los residuos generados

Para diseñar un sistema de manejo de residuos sólidos en un centro de atención de salud es necesario caracterizar apropiadamente los residuos que en él se generan y el porcentaje de residuos infecciosos, especiales y comunes, su cantidad actual y proyectada, así como la composición de cada uno de ellos.

*¿Cómo se debe desarrollar un estudio de caracterización de los residuos en un centro de atención de salud?*

Los pasos a seguir son:

**1. Identificación** de las fuentes principales de generación de residuos (infecciosos, especiales y comunes) y selección de las zonas de muestreo. Las zonas de muestreo dependerán de las características del centro en cuanto al tamaño, cantidad, calidad y complejidad de sus servicios. Las zonas de muestreo en un hospital pueden ser:

Zona 1: Servicio de hospitalización (de aislamiento), residuos infecciosos.

Zona 2: Servicio de hospitalización (otros), residuos infecciosos.

Zona 3: Servicios auxiliares (laboratorios), residuos infecciosos y especiales.

Zona 4: Servicios generales (almacén), residuos especiales y comunes.

**2. Segregación**, recolección y almacenamiento de los residuos en la fuente de generación, de acuerdo a la clasificación establecida. Comúnmente la especialidad de los servicios determina la mayor probabilidad de encontrar un solo tipo de residuo en cada servicio.

**3. Determinación del tamaño de la muestra y su representatividad.** Se puede tomar como universo a cada uno de los servicios en que está dividido el centro de atención de salud. El tamaño de la muestra deberá ser compatible y representativa del universo escogido. Esta división permite obtener características fundamentales de la muestra con el fin de lograr la representatividad del universo.

**4. Recolección de la muestra y desarrollo de análisis físicos, químicos y biológicos.** Consiste en recolectar las muestras por lo menos durante 8 días para determinar la generación y características de los residuos. Los análisis que se desarrollan son: peso volumétrico (suelto o compacto), humedad, composición, poder calorífico, sólidos volátiles, cenizas, contenido de azufre, nitrógeno, fósforo, microorganismos patógenos y otros.

En el anexo II se desarrolla con detalle el proceso de caracterización.

---

### 3. Aspectos técnico-operativos

El sistema de manejo interno de residuos sólidos debe poner en marcha una serie de operaciones

utilizando la tecnología apropiada para satisfacer dos objetivos fundamentales que son:

- Controlar los riesgos para la salud que podría ocasionar la exposición a residuos sólidos hospitalarios de tipo infeccioso o especiales.
- Facilitar el reciclaje, tratamiento, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos hospitalarios, en forma eficiente, económica y ambientalmente segura.

Los aspectos técnico-operativos, se definen de acuerdo a un estudio previo de los residuos generados. El dimensionamiento del sistema, los procedimientos y la tecnología que se va a utilizar, se establecen una vez que se conoce la frecuencia de generación, el tipo de residuos que genera cada servicio y sus características, tales como humedad, densidad, etc.

El manejo apropiado de los residuos hospitalarios sigue un flujo de operaciones que comienza con la segregación. Esta es la primera y más importante operación porque requiere la participación activa y consciente de toda la comunidad hospitalaria.

La recolección, almacenamiento y transporte interno, son operaciones rutinarias que usualmente están a cargo del sector de limpieza y requieren tanto de una logística apropiada como de personal especializado, aspectos que frecuentemente son deficientes y poco atendidos.

### 3.1 Generación, segregación, tratamiento y acondicionamiento en el lugar de origen

El personal técnico responsable de brindar los servicios de salud debe encargarse también de clasificar y separar los residuos en el punto de origen.

La **generación** de residuos sólidos de un centro de atención de salud está determinada por la complejidad y frecuencia de los servicios que brinda y por la eficiencia que alcanzan los responsables de los servicios en el desarrollo de sus tareas, así como por la tecnología utilizada. Por lo tanto, no es fácil generalizar indicadores de generación de residuos.

**Cuadro 1.**  
**Servicios de un centro de atención de salud**  
**y los tipos de residuos que pueden generar**

| Servicios de un hospital                                                              | Tipo de residuos |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Servicios de hospitalización:<br>1. Salas de hospitalización<br>2. Salas de operación |                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 3. Salas de partos<br>4. Central de equipos<br>5. Admisión<br>6. Servicio de emergencia<br>7. Otros                                                                                                                                                                                                            | Residuos infecciosos              |
| Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento:<br><br>8. Anatomía patológica<br>9. Laboratorio<br>10. Radiodiagnóstico<br>11. Gabinetes<br>12. Audiometría<br>13. Isótopos radiactivos<br>14. Endoscopia<br>15. Cistoscopia<br>16. Radioterapia<br>17. Banco de sangre<br>18. Medicina física<br>19. Otros | Residuos infecciosos y especiales |
| Servicios de consulta externa:<br><br>20. Consulta externa<br>21. Otros                                                                                                                                                                                                                                        | Residuos comunes                  |
| Servicios directos complementarios:<br><br>22. Enfermería<br>23. Relaciones públicas y trabajo social<br>24. Archivo clínico<br>25. Dietética<br>26. Farmacia<br>27. Otros                                                                                                                                     | Residuos especiales y comunes     |
| Servicios generales<br><br>28. Servicios indirectos<br>29. Cocina<br>30. Lavandería<br>31. Almacén                                                                                                                                                                                                             | Residuos comunes y especiales     |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 32. Ingeniería y mantenimiento |  |
| 33. Programa docente           |  |
| 34. Programa de investigación  |  |
| 35. Otros                      |  |

Sólo pueden ser reciclados los residuos especiales y comunes de los servicios directos complementarios y generales.

Sin embargo, al evaluar centros similares se puede establecer indicadores tales como *kilogramos de residuos sólidos por cama de hospitalización y por día*, o *kilogramos de residuos sólidos por consulta y por día*. Estos indicadores obtenidos por muestreo son útiles, pues permiten evaluar la magnitud de la generación de residuos en los diferentes centros de atención de salud y son además el punto de partida para el dimensionamiento del sistema de manejo.

*¿Qué cantidad de residuos genera un hospital?*

La cantidad de residuos, como se ha indicado, depende de la complejidad y frecuencia de los servicios, la tecnología empleada y la eficiencia que alcancen en sus tareas los responsables de brindar dichos servicios.

En América Latina, el promedio de generación de residuos varía entre 1,0 y 4,5 kg/cama/ día. De estos residuos, 10 a 40% son considerados peligrosos.

La **segregación** es una de las operaciones fundamentales para permitir el cumplimiento de los objetivos de un sistema eficiente de manejo de residuos y consiste en separar o seleccionar apropiadamente los residuos según la clasificación adoptada. Esta operación se debe realizar en la fuente de generación, previa capacitación del personal de servicio.

En cada uno de los servicios especializados, los responsables de la prestación (médicos, enfermeras, laboratoristas, auxiliares, etc.) generan materiales de desecho (algodones, jeringas usadas, papeles, muestras de sangre, etc.). Dichos materiales deben ser clasificados y separados (ver anexo I) en recipientes para cada tipo de residuos.

Sin embargo, por razones de seguridad se recomienda realizar una evaluación inicial de los servicios. Si el mayor porcentaje de residuos son infecciosos, es preferible contar sólo con un recipiente y tratar a todos los residuos como si fueran infecciosos. En cambio, si los residuos que genera el servicio son especiales y comunes, es recomendable contar con dos recipientes a fin de separar dichos residuos.

Una vez que el personal adquiere destreza y seguridad en el manipuleo de los residuos, prestando simultáneamente el servicio especializado, es posible pensar en una segregación eficiente y contar por lo tanto con tres recipientes, uno para cada tipo de residuo generado, salvo casos especiales (salas de aislamiento, por ejemplo) donde todos los residuos son considerados infecciosos.

*¿Cuáles son las ventajas de la segregación o separación de los residuos en el origen?*

Las ventajas de practicar la segregación en el origen son:

1. Reducir los riesgos para la salud y el ambiente, impidiendo que los residuos infecciosos o especiales, que generalmente son fracciones pequeñas, contaminen los otros residuos generados en el hospital.
2. Disminuir costos, ya que sólo se dará tratamiento especial a una fracción y no a todos los residuos generados.
3. Reciclar directamente algunos residuos que no requieren tratamiento ni acondicionamiento previos.

El tratamiento en el origen es posible en algunos servicios especializados que cuentan con unidades o técnicas de tratamiento.

Generalmente el tratamiento de residuos debe aplicarse en el origen para convertir residuos infecciosos en comunes, o en algunos casos, para convertir residuos especiales en comunes. De esta manera la cantidad final de residuos peligrosos se reduce y disminuye el riesgo para la salud y el ambiente, los costos de transporte, tratamiento y disposición final.

*¿Es común el tratamiento de residuos peligrosos en el origen?*

No, sin embargo esta práctica puede generalizarse si los centros de salud adquieren la tecnología requerida para tratar residuos infecciosos o especiales.

En los laboratorios, la esterilización de muestras infecciosas ya analizadas constituye un ejemplo de tratamiento de residuos en el origen.

El acondicionamiento de los residuos en el origen consiste en controlar los riesgos para la salud y facilitar las operaciones de recolección, almacenamiento externo y transporte, sin perjudicar el

normal desarrollo de las actividades del centro.

Se debe contar con recipientes apropiados para cada tipo de residuo. El tamaño, peso, color, forma y material deben garantizar una apropiada identificación, facilitar las operaciones de transporte y limpieza, ser herméticos para evitar exposiciones innecesarias, y estar integrados a las condiciones físicas y arquitectónicas del lugar. Estos recipientes se complementan con el uso de bolsas plásticas para efectuar un apropiado embalaje de los residuos.

Respecto a los residuos especiales, cuando se trata de sustancias peligrosas (corrosivas, reactivas, tóxicas, explosivas, inflamables y radiactivas) hay que seguir las recomendaciones específicas que se encuentran en las etiquetas de cada producto para acondicionarlos y desecharlos. Un ejemplo de ello son los residuos radiactivos que deben ser acondicionados en depósitos de decaimiento, de tal forma que se cumpla con las normas específicas vigentes para este tipo de residuos en cada país.

*¿Qué recomendaciones técnicas se deben seguir para el acondicionamiento de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud?*

Las principales recomendaciones que se deben implementar y cumplir son las siguientes:

**Uso de recipientes:** Los recipientes para el almacenamiento temporal en cada uno de los servicios especializados de un centro de atención de salud, deben cumplir especificaciones técnicas, tales como hermeticidad, resistencia a elementos punzocortantes, estabilidad, forma adecuada, facilidad de lavado, peso ligero y facilidad de transporte, entre otros. Los materiales más apropiados son aquellos de acero inoxidable, polietileno de alta densidad y fibra de vidrio, entre otros materiales rígidos.

**Uso de bolsas:** Debe generalizarse el uso de las bolsas para el manejo de residuos hospitalarios. Estas deben tener, entre otras, las siguientes características:

- Espesor y tamaño apropiados de acuerdo a la composición y peso del residuo.
- Resistencia, para facilitar sin riesgos la recolección y el transporte.
- Material apropiado, pueden ser de polipropileno de alta densidad (para someter el residuo a una autoclave) o simplemente de polietileno. Deben ser opacas para impedir la visibilidad del contenido.opacidad?
- Impermeabilidad, a fin de impedir la introducción o eliminación de líquidos de los residuos.

En muchos países, las normas especifican el empleo de pruebas patrón para evaluar la

calidad de las bolsas en términos de resistencia, espesor, impermeabilidad, entre otros, para los diferentes tipos de residuos.

**Uso de otros embalajes:** los residuos punzocortantes requieren de un embalaje rígido. Generalmente se utilizan recipientes y frascos de tamaño pequeño y de materiales de plástico, cartón o metal. Para los residuos especiales, el embalaje depende de las características fisicoquímicas y de peligrosidad. Estos embalajes deben reunir características de impermeabilidad, hermeticidad, inviolabilidad, entre otros, de forma que dificulten al máximo su apertura y el manipuleo de su contenido.

**Uso de colores, símbolos y señalización:** los recipientes, las bolsas y los lugares donde éstos se ubican deben tener un código de colores e indicaciones visibles sobre el tipo de residuo y el riesgo que representan según las normas de cada país, (por ejemplo, rojo para los peligrosos, negro o blanco para los comunes y verde o amarillo para los especiales). Algunos símbolos de peligrosidad, tales como el de riesgo biológico o radiactividad son universales.

### 3.2 Recolección y almacenamiento interno

La recolección consiste en trasladar los residuos en forma segura y rápida desde las fuentes de generación hasta el lugar destinado para su almacenamiento temporal.

*¿Qué recomendaciones técnicas se deben seguir para la recolección de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud?*

Las principales recomendaciones que se deben implementar y cumplir son las siguientes:

- Se debe utilizar carros de tracción manual con amortiguación apropiada y llantas de goma.
- El carro debe estar diseñado de tal forma que asegure hermeticidad, impermeabilidad, facilidad de limpieza y drenaje y estabilidad a fin de evitar accidentes por derrames de los residuos, choques o daños a la población hospitalaria. Los carros deben tener preferentemente puertas laterales y estar debidamente identificado con símbolos de seguridad.
- Se debe establecer turnos, horario y la frecuencia de recolección para evitar que los residuos permanezcan mucho tiempo en cada uno de los servicios. Los carros de recolección no deben llevar residuos por encima de su

capacidad.

- Se debe señalar apropiadamente la ruta de recolección y utilizar aquella destinada para los servicios de limpieza del hospital. No se debe dejar carros en los pasillos ni cruzarse con las operaciones de diagnóstico, terapéuticas, de visitas y de otros servicios tales como lavandería y cocina para evitar riesgos de contaminación.
- Deberá evitarse el uso de ductos internos ya que éstos pueden esparcir patógenos o sustancias tóxicas. Tampoco se recomiendan los carros que generen ruido y cuyo mantenimiento sea complejo.
- Preferentemente, la recolección debe ser diferenciada, es decir se operará por rutas y horarios diferentes según el tipo de residuo.
- Los residuos especiales y algunos reciclables, deben recolectarse en forma separada según las características del residuo.
- Los carros para la recolección interna deben lavarse y desinfectarse al final de la operación. Además deben tener mantenimiento preventivo.

El almacenamiento interno consiste en seleccionar un ambiente apropiado donde se centralizará el acopio de los residuos en espera de ser transportados al lugar de tratamiento, reciclaje o disposición final. Algunos centros de salud, por la magnitud de sus servicios, cuentan además con pequeños centros de acopio distribuidos estratégicamente por pisos o unidades de servicio.

*¿Qué características técnicas debe reunir el ambiente de almacenamiento de residuos sólidos hospitalarios?*

Debe cumplir con las siguientes características:

**Accesibilidad:** El ambiente debe estar ubicado y construido de tal forma que permita un acceso rápido, fácil y seguro de los carros de recolección interna. Debe contar con rutas señalizadas y espacio adecuado para la movilización de los carros durante las operaciones.

**Exclusividad:** El ambiente designado debe ser utilizado solamente para el almacenamiento temporal de residuos hospitalarios; por ningún motivo se deben almacenar otros materiales. Dependiendo de la infraestructura disponible, podrán existir ambientes separados para cada tipo de residuos.

**Seguridad:** El ambiente debe reunir condiciones físicas estructurales que impidan que la acción del clima (sol, lluvia, vientos, etc.) ocasione daños o accidentes y que personas no autorizadas, niños o animales ingresen fácilmente al lugar. Para ello debe estar adecuadamente señalizado e identificado.

**Higiene y saneamiento:** El ambiente debe contar con buena iluminación y ventilación, debe tener pisos y paredes lisos y pintados con colores claros, preferentemente blanco. Debe contar con un sistema de abastecimiento de agua fría y caliente, con presión apropiada, como para llevar a cabo operaciones de limpieza rápidas y eficientes, y un sistema de desagüe apropiado.

Finalmente, el ambiente debe estar ubicado preferentemente en zonas alejadas de las salas del hospital y cerca a las puertas de servicio del local, a fin de facilitar las operaciones de transporte externo. Debe contar con facilidades para el acceso del vehículo de transporte y para la operación de carga y evacuación.

### 3.3 Reciclaje

Procedimiento aplicado sólo a los residuos comunes y/o especiales de un establecimiento de salud, que consiste en recuperar los materiales que pueden ser reprocesados para un posterior uso.

De los residuos que se generan en los centros de atención de salud los más fáciles de reciclar son los residuos comunes que de ser manejados de manera correcta y siendo alto su volumen de generación, pueden generar algún valor económico.

Los residuos especiales podrán ser reciclados reduciendo su volumen y toxicidad, generando material valioso que puede ser utilizado posteriormente.

*¿Cómo promover el reciclaje de los residuos de los centros de atención de salud?*

Cuando el costo de recuperación de los residuos es más económico que su transporte, tratamiento y/o disposición adecuada, los responsables del manejo de estos residuos optarán por asegurar el reciclaje.

En cada uno de los servicios que componen un centro de atención de salud deberán asumirse acciones orientadas a prevenir la mezcla de los residuos. Debe evitarse la alteración de la composición de un determinado tipo de residuo por otro u otros residuos generados en el mismo servicio, pues tomará su recuperación o reciclaje.

Asimismo se recomienda formular un plan de reciclaje que considere los aspectos descritos en esta guía.

### 3.4 Transporte, tratamiento y disposición final

El transporte, tratamiento y disposición final son operaciones que se realizan generalmente fuera del centro de salud y las efectúan entidades o empresas especializadas. Sin embargo, algunos centros u hospitales por su complejidad y magnitud cuentan dentro de sus instalaciones con sistemas de tratamiento de residuos.

*¿Qué destino final deben tener los residuos sólidos generados en un hospital?*

**Los residuos infecciosos** deben ser tratados a fin de reducir o eliminar los riesgos para la salud. No se acepta que sean dispuestos sin tratamiento. Los tratamientos más usuales son la incineración, la esterilización o desinfección química y la esterilización con autoclaves o microondas. La selección de una de estas opciones requiere un estudio previo de las condiciones económico-ambientales del lugar. Las operaciones de tratamiento deben vigilarse constantemente a fin de evitar la posible contaminación del ambiente y riesgos a la salud y serán efectuadas por personal o empresas especializadas.

**Los residuos especiales**, según sus características, deben ser sometidos a tratamientos específicos o acondicionados para ser dispuestos en rellenos de seguridad o confinamientos.

**Los residuos comunes** pueden ser dispuestos junto con los residuos municipales en rellenos sanitarios. Dependiendo de la composición y características de sus elementos, pueden ser reciclados y comercializados. Revisar el último párrafo

### 3.5 Plan de contingencia

El sistema de manejo de residuos hospitalarios debe incluir un plan de contingencia para enfrentar las situaciones de emergencia. Dicho plan debe contener las medidas necesarias que se deben tomar durante eventualidades y deben ser efectivas y de fácil y rápida ejecución.

La comunidad hospitalaria en general, y principalmente el personal a cargo del manejo del sistema de limpieza, debe capacitarse para enfrentar la emergencia y tomar a tiempo las medidas previstas. En caso de epidemias debe contarse

CEPIS/OPS- Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud  
con un plan específico.

*¿Qué procedimientos debe incluir un plan de contingencia para enfrentar eventualidades?*

Debe incluir, pero no limitarse a:

- Procedimientos de limpieza y desinfección, protección del personal, reempaque en caso de ruptura de bolsas o recipientes y disposición para derrames de residuos infecciosos y especiales.
- Alternativas para el almacenamiento y tratamiento de los desechos en casos de fallas del equipo respectivo.
- Aislamiento del área en emergencia y notificación a la autoridad responsable.
- Ejecución de un informe detallado de los hechos y procedimientos adoptados.
- Identificación del producto o residuo peligroso.

---

#### **4. Aspectos de recursos humanos**

Los recursos humanos dentro del sistema de manejo de residuos sólidos constituyen el tercer gran componente y es tan importante como los aspectos organizacionales y técnico-operativos. La eficiencia del sistema radica en la complementación de estos tres aspectos.

El personal está compuesto prácticamente por toda la comunidad hospitalaria, por lo que es necesario realizar campañas de motivación a fin que cada uno de ellos se identifique con sus responsabilidades. Se debe contar con profesionales, técnicos y operarios debidamente capacitados que dirijan y realicen el servicio de limpieza propiamente dicho.

La dirección del sistema debe estar a cargo de un profesional de nivel superior y las operaciones a cargo de técnicos y personal especializado. Las acciones que se deben contemplar son:

- Selección de personal
- Capacitación

- Higiene y seguridad ocupacional.

#### 4.1 Selección de personal

El personal que formará parte del equipo de manejo de residuos, debe ser apropiadamente seleccionado. Para ello, se debe tener en cuenta aspectos tales como sexo, edad, conocimientos y experiencia, aptitudes físicas y psicológicas y estado de salud, entre otros.

*¿ En qué consiste la selección de personal?*

Consiste en evaluar sus aptitudes, expectativas y motivación para el trabajo que se va a desarrollar, independientemente del puesto o cargo que ocupe en el sistema. Se debe efectuar:

- Exámenes pre-ocupacionales de salud, psicológicos y físicos.
- Exámenes de conocimiento y destreza física.
- Entrevistas personales.
- Evaluación en el trabajo que se va a desarrollar.

#### 4.2 Capacitación

Una vez seleccionado el personal, éste debe ser capacitado e integrado a las actividades de la institución, específicamente al sistema de manejo de residuos. Es fundamental conseguir una complementación apropiada con sus compañeros de trabajo, superiores, personal a su cargo, pacientes, público, etc. Las acciones de motivación deben ser permanentes y deben estar respaldadas con afiches, boletines, charlas y películas, en lenguaje adecuado.

*¿Qué temas debería contemplar un programa de capacitación?*

Inicialmente el programa de capacitación debe contemplar los siguientes aspectos:

- Riesgos ambientales: generalidades sobre microorganismos patógenos, información sobre infecciones, forma de transmisión de enfermedades, vías de acceso de microorganismos, primeros auxilios, etc.
- Riesgos de operación: medidas generales de higiene y seguridad personal.

- Operaciones: organización del hospital, flujo de actividades, ciclo de las operaciones, tecnología, etc.
- Dirección: motivación, liderazgo, programación, ejecución, evaluación, etc.
- Entrenamiento en los procedimientos de manejo interno descrito en esta guía, de acuerdo a las normas vigentes en cada país.
- Higiene y seguridad ocupacional.
- Evaluación de la capacitación.
- La capacitación debe ser continua, general y específica.

El proceso de capacitación debe contar con un sistema periódico de evaluación.

#### 4.3 Seguridad e higiene ocupacional

Las medidas de higiene y seguridad permitirán que el personal, además de proteger su salud, desarrolle con mayor eficiencia su labor.

Estas medidas contemplan aspectos de capacitación en el trabajo, conducta apropiada, disciplina, higiene personal y protección personal, entre otras, y son complementarias a las acciones desarrolladas en el ambiente de trabajo, tales como iluminación, ventilación, ergonomía, etc.

El personal involucrado en las operaciones de manejo de residuos sólidos debe seguir las siguientes medidas de seguridad:

- Debe conocer el cronograma de trabajo, su naturaleza y responsabilidades, así como el riesgo al que van a estar expuestos.
- Debe vacunarse contra el tétano, tifoidea y hepatitis B.
- Debe haber pasado un chequeo médico general que comprenda como mínimo la prueba de tuberculosis y hemoglobina para verificar su buen estado de salud.
- Debe encontrarse en perfecto estado de salud, no tener problemas gripales leves ni heridas pequeñas en la mano o brazo.
- Debe comenzar su trabajo con el equipo de protección personal puesto, ya que los riesgos

están presentes siempre. El equipo de protección personal básico estará compuesto por: guardapolvo o mameluco, guantes, botas de caucho. En el caso de manejo de residuos infecciosos se complementará con una mascarilla.

- Debe usar guantes reforzados en la palma y dedos para evitar cortes y punzadas, estos debe colocarse por encima de la manga del guardapolvo o mameluco.
- Debe sujetarse el cabello para que no se contamine; de preferencia debe ponerse un gorro.
- Debe colocarse el pantalón dentro de la bota.
- Debe evitar sacarse o ponerse el respirador o los lentes, si los usara, durante el muestreo y análisis.
- No debe comer, fumar, ni masticar algún producto durante el trabajo.
- Debe tener a su alcance un botiquín con desinfectantes, algodón, esparadrapo, vendas y jabón germicida.
- Debe retirarse del lugar en caso de sentir náuseas.
- Debe lavar la herida con agua y jabón en caso de corte o rasguño durante el trabajo, luego desinfectarla y cubrirla, y si fuera necesario, recurrir al servicio de emergencia del hospital.
- En este caso siempre se debe notificar el accidente.
- Debe tener bolsas de repuesto para introducir la rota sin dejar restos en el piso.
- Debe desechar de inmediato los guantes en caso de rotura y por ningún motivo deben ser reutilizados.
- Debe lavar y desinfectar el equipo de protección personal, especialmente los guantes, una vez terminada la rutina del día.
- Debe bañarse terminada la jornada, en el centro de trabajo.

---

## 5. Bibliografía

- Ribeiro, Vital de Oliveira; Barros, Antonio Ozorio Leme de. 1989. *Subsídios para organização de sistemas de resíduos em serviços de saúde*. Sao Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, Centro de Vigilância Sanitaria.
- Monreal, Julio. 1991. *Consideraciones sobre el manejo de residuos de hospitales en América Latina*. San Salvador: Organización Panamericana de la Salud.
- Environmental Protection Agency. 1993. *Code of federal regulations, parts 190 to 259: Standards for the tracking and management of medical waste*. Washington, DC: Government Printing Office.
- Tello Espinoza, María del Pilar. 1991. *Diagnóstico de la situación de los residuos hospitalarios en Lima metropolitana*. Lima: CEPIS.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Resíduos de serviços de saúde - Terminologia*. Rio de Janeiro: ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12807)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Resíduos de serviços de saúde - Classificação*. Rio de Janeiro: ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12808)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Manuseio de resíduos de serviços de saúde*. Rio de Janeiro: ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12809)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. *Coleta de resíduos de serviços de saúde*. Rio de Janeiro: ABNT. (Norma Brasileira Registrada, 12810)
- León Suematsu, Guillermo; Sandoval Quintero, Carlos; Terry Berro, Carmen; Larrea Idiarte, Fernando; Wharwood, Gina. 1992. *Saneamiento ambiental en los servicios de atención de salud. Metodología para la evaluación y diagnóstico de las condiciones sanitarias de las unidades de servicios de atención de salud*. Lima: CEPIS.
- Machado, Mario Cardoso Junior; Sobral, Glória Maria de Oliveira. 1978. *Resíduos sólidos hospitalares*. Documento presentado al III Congreso Brasileiro de Limpeza Pública; I Congreso Panamericano de Limpeza Pública, Sao Paulo, 22 a 25 de agosto de 1978.
- Hueber, Dietrich. 1992. *Manejo de desechos hospitalarios en Venezuela; informe de misión*. Caracas: Organización Panamericana de la Salud.
- EURO. 1985. *Management of waste from hospitals and other health care establishments*. Copenhagen: EURO. (EURO reports and studies, 97)
- Bennett, Pamella V. 1992. *A guideline for medical waste management*. San Bernardino, California: Department of Environmental Health Services.

---

**Actualizado el 10/Ago/98**  
Comentarios al [Webmaster](#)



## Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud

### Anexo I: Clasificación de los residuos sólidos en centros de atención de salud

Existen diferentes sistemas de clasificación para la caracterización de los residuos hospitalarios. En primer lugar se presenta la clasificación sugerida en la presente guía, seguida de la clasificación alemana, la clasificación de la Organización Mundial de la Salud y la de EPA. La adopción de una de ellas dependerá de las características particulares del centro de salud.

---

#### 1. Clasificación propuesta en esta guía

Esta clasificación permite una fácil identificación del tipo de residuo y del punto o lugar de su generación.

##### 1.1 Residuos infecciosos

Son aquellos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones, etc.) que contienen patógenos. Representan diferentes niveles de peligro potencial, de acuerdo al grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

Estos residuos pueden ser, entre otros:

##### a. *Materiales provenientes de salas de aislamiento de pacientes*

Residuos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desecho provenientes de salas de aislamiento de pacientes con enfermedades altamente transmisibles. Se incluye a los animales aislados, así como también a cualquier tipo de material que haya estado en contacto con los pacientes de estas salas.

*b. Materiales biológicos*

Cultivos; muestras almacenadas de agentes infecciosos; medios de cultivo; placas de Petri; instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos; vacunas vencidas o inutilizadas; filtros de áreas altamente contaminadas; etc.

*c. Sangre humana y productos derivados*

Sangre de pacientes; bolsas de sangre con plazo de utilización vencida o serología positiva; muestras de sangre para análisis; suero; plasma; y otros subproductos. También se incluye los materiales empacados o saturados con sangre; materiales como los anteriores aún cuando se hayan secado e incluye el plasma, el suero y otros, así como los recipientes que los contienen como las bolsas plásticas, mangueras intravenosas, etc.

*d. Residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos*

Desechos patológicos humanos; incluye tejidos, órganos, muestras para análisis, partes y fluidos corporales que se remueven durante las autopsias, la cirugía u otros.

*e. Residuos punzocortantes*

Elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con pacientes o agentes infecciosos; incluye agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, bisturís, mangueras, placas de cultivos, cristalería entera o rota, etc.. Se considera también cualquier objeto punzocortante desechado, aún cuando no haya sido usado.

*f. Residuos de animales*

Cadáveres o partes de animales infectados, así como las camas o pajas usadas provenientes de los laboratorios de investigación médica o veterinaria.

1.2 Residuos especiales

Son aquéllos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud que no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad.

Estos residuos se generan principalmente en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento; directos complementarios; y generales.

Estos residuos pueden ser, entre otros:

- *Residuos químicos peligrosos*  
Sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, reactivas, genotóxicas o mutagénicas, tales como: quimioterapéuticos, antineoplásicos, productos químicos no utilizados, plaguicidas fuera de especificación, solventes, ácido crómico (usado en la limpieza de vidrios de laboratorio), mercurio de termómetro, soluciones para revelado de radiografías, baterías usadas, aceites, lubricantes usados, etc.
- *Residuos farmacéuticos*  
Medicamentos vencidos, contaminados, desactualizados, no utilizados, etc.
- *Residuos radiactivos*  
Materiales radiactivos o contaminados con radioisótopos de baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biológica; de laboratorios de análisis clínicos; y servicios de medicina nuclear. Estos materiales son normalmente sólidos o líquidos (jeringas, papel absorbente, frascos, líquidos derramados, orina, heces, etc.)

Los residuos radiactivos con actividades medias o altas deben ser acondicionados en depósitos de decaimiento, hasta que sus actividades se encuentren dentro de los límites permitidos para su eliminación.

### 1.3 Residuos comunes

Son aquellos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales, que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores; no representan peligro para la salud y sus características son similares a las que presentan los residuos domésticos comunes.

Se incluye en esta categoría a los papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de la preparación de alimentos, y materiales de la limpieza de patios y jardines, entre otros.

---

## 2. **Clasificación Alemana<sup>(1)</sup>**

### 2.1 Desechos comunes (Tipo A)

Desechos provenientes de la administración, limpieza general, elaboración de alimentos, áreas de hospitalización, siempre que estén separados en el punto de origen de los desechos clasificados como potencialmente infecciosos, infecto-contagiosos, orgánicos humanos y peligrosos. Son similares a los domiciliarios y no requieren manejo especial. Están compuestos por: restos de alimentos, envases desechables de aluminio, plástico, cartón, vidrio, papeles sanitarios, papeles de

oficina, y desechos esterilizados en el hospital.

## 2.2 Desechos potencialmente infecciosos (Tipo B)

Desechos provenientes de áreas de hospitalización general, consulta externa, emergencia, quirófano, etc., generados en la aplicación de tratamiento o cura del paciente. Requieren manejo especial dentro y fuera del hospital. Están compuestos por: algodones, gasas, vendas, jeringas, botellas de suero, sondas, sábanas desechables, toallas sanitarias desechables, pañales desechables, gorros, tapabocas, batas y guantes.

## 2.3 Desechos infecto-contagiosos (Tipo C)

Desechos provenientes de pacientes con enfermedades infecto-contagiosas como el SIDA, hepatitis, tuberculosis, diarreas infecciosas, tifus, etc. Requieren manejo especial dentro y fuera del hospital. Están compuestos por: desechos de los laboratorios, con excepción de los de radiología y medicina nuclear, materiales impregnados de sangre, excrementos y secreciones. También incluye a los materiales punzopenetrantes (agujas, bisturís, etc.) colocados previamente en recipientes rígidos.

## 2.4 Desechos orgánicos humanos (Tipo D)

Desechos provenientes de salas de cirugía, parto, morgue, necropsia y anatomía patológica. Están compuestos por: amputaciones, restos de tejidos, necropsia y biopsia, fetos y placentas.

## 2.2 Desechos peligrosos (Tipo E)

Desechos que por razones legales o por características físico-químicas requieren un manejo especial. Están compuestos por: material radiactivo, desechos químicos, envases de aerosoles, indumentarias de tratamiento de radio y quimioterapia, desechos de laboratorios de radiología y medicina nuclear y otros descritos en las normas de desechos peligrosos.

---

# 3. Clasificación de la Organización Mundial de la Salud<sup>(2)</sup>

## 3.1 Residuos generales

Residuos no peligrosos similares por su naturaleza a los residuos domésticos.

## 3.2 Residuos patológicos

Tejidos, órganos, partes del cuerpo, fetos humanos y cadáveres de animales así como sangre y

fluidos corporales.

### 3.3 Residuos radiactivos

Sólidos, líquidos y gases de procedimientos de análisis radiológicos, tales como las pruebas para la ubicación de tumores.

### 3.4 Residuos químicos

Incluye a los residuos peligrosos (tóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos o genotóxicos) y no peligrosos.

### 3.5 Residuos infecciosos

Desechos que contienen patógenos en cantidad suficiente como para representar una amenaza seria, tales como cultivos de laboratorios, residuos de cirugía y autopsias de pacientes con enfermedades infecciosas, desechos de pacientes de salas de aislamiento o de la unidad de diálisis y residuos asociados con animales infectados.

### 3.6 Objetos punzocortantes

Cualquier artículo que podría causar corte o punción (especialmente agujas o navajas).

### 3.7 Residuos farmacéuticos

Residuos de la industria farmacéutica; incluye medicamentos derramados, vencidos o contaminados. Recipientes a presión.

---

## **4. Clasificación de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América**

### 4.1 Cultivos y muestras almacenadas

Desechos de cultivos y muestras almacenadas de agentes infecciosos; incluye a los de laboratorios médicos patológicos, de investigación y de la industria. Se consideran también los desechos de la producción de vacunas, placas de cultivo y los utensilios usados para su manipulación.

### 4.2 Residuos patológicos

Desechos patológicos humanos; incluye muestras de análisis, tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las autopsias, la cirugía u otros.

#### 4.3 Residuos de sangre humana y productos derivados

Incluyen a la sangre, productos derivados de la sangre, plasma, suero, materiales empapados o saturados con sangre, materiales como los anteriores aún cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron, como las bolsas plásticas y mangueras intravenosas, etc.

#### 4.4 Residuos punzocortantes

Elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con pacientes humanos o animales durante el diagnóstico, tratamiento, investigación o producción industrial, incluyendo agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, agujas, bisturís, mangueras, placas de cultivos, cristalería entera o rota, etc., que hayan estado en contacto con agentes infecciosos.

#### 4.5 Residuos de animales

Cadáveres o partes de animales infectados, así como las camas o pajas usadas provenientes de los laboratorios de investigación médica, veterinaria o industrial.

#### 4.6 Residuos de aislamiento

Residuos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desecho provenientes de las salas de aislamiento de pacientes con enfermedades altamente transmisibles. Se incluyen también a los animales aislados.

#### 4.7 Residuos punzocortantes no usados

Cualquier objeto punzocortante desechado aún cuando no haya sido usado.

Notas:

- i) Se consideran también residuos sólidos médicos a las mezclas de las anteriores.
- ii) Los residuos médicos de casas particulares no se incluyen en el reglamento.
- iii) La ceniza producto de la incineración de residuos médicos no se considera como residuo médico.
- iv) Se excluyen los residuos peligrosos tal como se definen en la Parte 261 del código de reglamentación federal de la EPA.
- v) Los residuos de procesos de tratamiento de los desechos sólidos médicos tampoco se

consideran como tales.

vi) Los cadáveres o restos de partes anatómicas tampoco se consideran cuando van a enterrarse o cremarse.

---

## 5. Referencias bibliográficas

1. Hueber, Dietrich. 1992. *sólidos hospitalarios*. Buenos Aires.  
*Informe sobre manejo de residuos*
2. EURO. 1985. *Management of waste from hospitals and other health care establishments*. Copenhagen: EURO. (EURO reports and studies, 97)

---

**Actualizado el 10/Ago/98**  
Comentarios al [Webmaster](#)



## **Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud**

### **Anexo II: Caracterización de los residuos sólidos en centros de atención de salud**

La caracterización se basa en análisis físicos y químicos del material que se va a manejar. Los análisis tienen finalidades distintas y varían de acuerdo a los procesos a los que se van a someter estos residuos, como son almacenamiento, recolección interna, transporte y disposición final. Los parámetros más importantes para la caracterización de los residuos, así como la metodología para efectuar los análisis se presentan a continuación.

Los análisis para determinar las características del almacenamiento en las estaciones intermedias y finales son la frecuencia de recolección y la producción por cama. Con esto se puede establecer la forma, tamaño y material de los recipientes a fin de asegurar su fácil manejo y condiciones higiénicas.

Para determinar las características de recolección es necesario conocer la frecuencia de recojo, para lo cual se debe saber:

- composición física de la basura;
- recursos disponibles para la recolección;
- humedad de la basura;
- condiciones sanitarias.

Para determinar el sistema de disposición es necesario saber:

- cantidad del residuo;
- composición física.

Si se trata de incinerar, es importante conocer:

- humedad;

- poder calórico;
- sólidos volátiles y cenizas: los residuos con valores elevados en sólidos volátiles indican la presencia de gran cantidad de materia combustible, tales como papel cartón, trapos, etc.;
- contenido de nitrógeno (orgánico, amoniacal);
- contenido de fósforo (fosfatos);
- contenido de azufre: sirve para evaluar el potencial de contaminación del aire generado por el incinerador, pues el azufre se transforma en dióxido de azufre durante la incineración y genera graves problemas de contaminación ambiental. El valor máximo de azufre en los residuos proporciona un elevado porcentaje de azufre por la gran cantidad de sulfatos existentes.

Si se va a reciclar algunos residuos que no constituyen peligro, se deberá saber:

- procedencia de los residuos;
- composición física de los residuos;
- cantidad de cada componente.

---

## 1. Procedimiento para la recolección de la muestra

Para conocer la cantidad de residuos que genera determinado centro hospitalario, se deben seguir los siguientes procedimientos:

- Establecer un convenio o contrato con el centro hospitalario donde se va a realizar la caracterización. Esto asegura la continuidad y seriedad de las tomas de muestras y la terminación del trabajo de manera satisfactoria.
- Acompañar las rutas y horarios de limpieza, recolección y transporte interno de los residuos. Esto permite identificar los puntos de generación y acumulación de residuos durante las 24 horas del día, en cualquier día de la semana, con la finalidad de ubicar los lugares para dejar las bolsas de muestreo.
- Dividir los pisos y secciones del hospital en áreas que sean fáciles de controlar y que contribuyan con un monto de basura de similar magnitud.
- Almacenar en la bolsa plástica, previamente identificada, los residuos producidos en 24 horas por cada punto de generación.
- Realizar un número de muestras estadísticamente representativas que completen la variación diaria (de lunes a domingo) para la determinación de peso y densidad. Se considera que 15 muestras representan la recolección de las mismas durante dos semanas (tomando en cuenta que la primera muestra se descarta). Para la composición física se realiza un mínimo de tres muestras por

semana de manera interdiaria.

- Dejar la bolsa vacía y colocar la hora en la etiqueta en cada punto de generación identificado. Se debe verificar que en ese lugar no haya basura acumulada.
- Determinar el número exacto de bolsas para ubicarlas en los puntos de generación. Las bolsas deben ser de 0,4 ó 0,5 mm de espesor y del tamaño de los recipientes de recolección de basura del hospital.
- Identificar la muestra con la siguiente información: hora (entrega y recojo de la bolsa), día, año, mes y observaciones. Esta información se encuentra más detallada en el acápite 3.3.
- Colocar los vidrios, plásticos duros o los residuos con excesiva humedad dentro de una bolsa plástica adicional para protegerla de ruptura o derrame.
- Retirar las bolsas y colocar la hora de recojo cuando se realiza la limpieza y recolección de los residuos.
- Recoger las bolsas y verificar que la etiqueta de identificación sea legible.
- Almacenar las bolsas en un lugar ya establecido donde no exista el riesgo de mezclarse y donde se pueda revisar la etiqueta debidamente llenada.
- Autoclavar los residuos para eliminar el riesgo de contaminación, siempre y cuando sólo se realicen los análisis de pesado, densidad y composición física. No es recomendable cuando se va a efectuar el resto de análisis.

---

## 2. Modelo y código de identificación de las muestras

### 2.1 Modelo de identificación de la muestra

La identificación de las bolsas en los puntos de generación, como en la muestras ya preparadas, se hará mediante etiquetas o tarjetas adheridas a ellas, de manera que éstas no puedan confundirse. (Figura 1).

**Figura 1**  
**Etiqueta para identificación de muestras**  
**en el punto de generación**

|               |                 |
|---------------|-----------------|
| Código: _____ | Estación: _____ |
| Piso: _____   | Sección : _____ |
| Año: _____    | Mes : _____     |

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| Día inic: _____      | Día fin: _____  |
| Hora inic: _____     | Hora fin: _____ |
| Operador: _____      |                 |
| Observaciones: _____ |                 |
| _____                |                 |
| _____                |                 |
| _____                |                 |

8 cm

**Código:** Se describe en el acápite 2.2.

**Estación:** Punto de generación (ejemplo: sala de operaciones 2, laboratorio de microbiología)

**Piso:** Es el piso del centro hospitalario

**Sección:** Área a la que pertenece (ej.: laboratorio, pediatría, sala de operaciones)

**Día de inicio:** Día y fecha que se deja la bolsa vacía

**Día de fin:** Día y fecha que se recoge la bolsa con los residuos

**Hora inicio:** Hora en que se deja la bolsa vacía

**Hora fin:** Hora en que se recoge la bolsa con residuos

**Operador:** Nombre y apellido de la persona que manipula la bolsa. Se puede poner el nombre de la persona que limpia en ese punto de generación y el nombre de la persona que se encarga de dejar la bolsa y recogerla, o sea la que pertenece al equipo de muestreadores

**Observaciones:** Se indicará cualquier anomalía que se encuentre al recoger la bolsa (rota, mojada, totalmente llena o si existe basura sobrante alrededor, etc.). Se indica la temperatura de la muestra cuando ésta difiere con respecto a la temperatura del ambiente.

- La etiqueta de identificación de la muestra preparada para el análisis se presenta en la figura 2. Esta identificación será usada en el acápite 7.

**Figura 2**  
**Identificación de la muestra preparada**

|                                  |
|----------------------------------|
| _____                            |
| _____                            |
| Código: _____                    |
| Día: _____ Mes: _____ Año: _____ |
| OBSERVACIONES: _____             |
| _____                            |

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

## 2.2 Código de identificación de la muestra

El código tiene tres partes, como se muestra a continuación:

|       |     |     |
|-------|-----|-----|
| / / / |     |     |
| 1a.   | 2a. | 3a. |

- Primera parte. Corresponde al lugar donde pertenece la muestra. El centro hospitalario tiene que ser sectorizado de acuerdo a los puntos de generación. Se coloca el piso y las iniciales del punto de generación. Se ocupa cuatro espacios.
- Segunda parte. Corresponde al día en que se recogió la muestra. Se utilizan dos dígitos.
- Tercera parte. Corresponde al mes y al tipo de muestra, o sea si ésta es original o duplicada. Se utilizan tres espacios como máximo, de los cuales los dos primeros de la izquierda corresponden a los dígitos del mes y el último a la letra A o B para el caso que sea muestra original o duplicada, respectivamente.

Ejemplo: SI AL/09/06A (Sótano 1, almacén, 09 de junio, muestra original).

02 SO/14/09B (2° piso, salas de operaciones, 14 setiembre, muestra duplicada)

---

## 3. Procedimientos y formatos para la toma de datos

La toma de datos constituye una parte importante en el trabajo de análisis. Es importante utilizar formatos adecuados para cada tipo de análisis, con contenidos claros que permitan al investigador llenarlos sin dificultad, teniendo en cuenta las unidades y parámetros con los que está trabajando. Se adjuntan ejemplos de formatos.

Antes de pesar las muestras es recomendable llenar los datos generales y los casilleros "Punto de generación" de los formatos F1, F2, F3. Resulta útil trabajar simultáneamente los formatos F1 y F2 (ver las indicaciones en el acápite 3.2).

Las operaciones matemáticas que se tengan que realizar en los formatos se efectúan una vez que se haya terminado la caracterización.

### 3.1 Formato para la toma de datos en análisis para determinar la cantidad de residuos sólidos (F-1)

Este formato podrá ser utilizado para muestras originales y duplicadas, según sea el caso.

En el casillero "Otra basura" se consideran los residuos reciclables que no se juntan con el resto de la basura (por ejemplo, botellas, cajas, etc.).

- El "peso" incluye el de la basura y del recipiente. Para determinar el peso neto se tiene que restar el peso del recipiente.
- El valor del casillero "3" (peso neto) es de cada tipo de "otra basura" seleccionada.

### 3.2 Formato para la toma de datos en análisis para determinar la densidad de los residuos sólidos (F-2)

El valor del casillero "2" (Peso neto de la basura) es el dato obtenido del formato F-1.

- Cuando se trabaja en simultáneo, llenar sólo el casillero "5" (volumen) del formato F-2.

### 3.3 Formato para determinar la composición física de los residuos (F-3)

- A manera de verificación, el resultado de la suma de los pesos netos parciales por tipo de residuos clasificados debe coincidir con el valor del casillero "4" del formulario F-1.
- Se deberá contar con una lista adicional que indique los pesos de los recipientes utilizados para pesar cada tipo de residuo. Estos recipientes estarán identificados con letras, por ejemplo, 5A, lo que significa 5 kg en el recipiente A que pesa 0.1 kg; por lo tanto, el peso neto será 4.9 kg.

| DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                          | F-1 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Datos generales:</u><br><br>Centro hospitalario: _____<br>Fecha: _____ Hora: _____<br>Responsable del análisis: _____<br>Tipo de muestras: Original _____ Duplicado _____<br><br><u>Datos específicos:</u><br><br>Tipo de balanza: _____<br>Peso del tambor: _____ (kg)<br>Volumen del tambor: _____ (m <sup>3</sup> ) |     |

CEPIS/OPS- Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud

| Punto de generación | 1/ Peso (kg) | 2/ Peso neto de basura (kg) | Otra basura |        |                   | 4/ Peso neto (2+3) (kg) |
|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------|--------|-------------------|-------------------------|
|                     |              |                             | Tipo        | Número | 3/ Peso neto (kg) |                         |
|                     |              |                             |             |        |                   |                         |
|                     |              |                             |             |        |                   |                         |
|                     |              |                             |             |        |                   |                         |
|                     |              |                             |             |        |                   |                         |
|                     |              |                             |             |        |                   |                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |                              |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------|
| DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             | F-2                          |                   |
| <p><u>Datos generales:</u></p> <p>Centro hospitalario: _____</p> <p>Fecha: _____ Hora: _____</p> <p>Responsable del análisis: _____</p> <p>Tipo de muestras: Original _____ Duplicado _____</p> <p><u>Datos específicos:</u></p> <p>Tipo de balanza: _____</p> <p>Peso del tambor: _____ (kg)</p> <p>Volumen del tambor: _____ (m<sup>3</sup>)</p> |                             |                              |                   |
| Punto de generación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2/ Peso neto de basura (kg) | 5/ Volumen (m <sup>3</sup> ) | 6/ Densidad (2+5) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |                              |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |                              |                   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS

I

### Datos generales:

Centro hospitalario: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Responsable del análisis: \_\_\_\_\_

Tipo de muestras: Original \_\_\_\_\_ Duplicado \_\_\_\_\_

### Datos específicos:

Tipo de balanza: \_\_\_\_\_

Peso del tambor: \_\_\_\_\_ (kg)

Volumen del tambor: \_\_\_\_\_ (m<sup>3</sup>)

| Punto de generación | Peso neto por tipos (kg) |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 2 |
|---------------------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|                     | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |   |
|                     |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                     |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                     |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                     |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |

|  |  |  |                    |
|--|--|--|--------------------|
|  |  |  | 12. Bases de datos |
|--|--|--|--------------------|

|             |                                    |                      |                       |
|-------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1. Plástico | 5. Alimentos de los pacientes      | 9. Trapos            | 13. Placas de rayos X |
| 2. Vidrio   | 6. Residuos de cocina y cafeterías | 10. Gasas, algodones | 14. Tumores, etc.     |
| 3. Papel    | 7. Caucho, goma                    | 11. Cenizas          | 15. Aditivos          |
| 4. Cartón   | 8. Metales                         | 12. Yeso             | 16. Otros             |

---

## 4. Método de análisis para determinar la cantidad de residuos

Determinación de la cantidad (3):

- Se prepara 2 recipientes de 50 y 100 litros.
- Se pesa los recipientes y la bolsa vacía en y una balanza que pese desde 100 gramos hasta 10 kilos.
- Existen dos formas de hallar el peso y el volumen de la basura, estas son:

a) Se coloca los residuos en el recipiente sin hacer presión y se sacude de manera que se llenen los espacios vacíos en el mismo. Se pesa y luego por diferencia se obtiene el peso neto de los residuos. Este procedimiento se realiza para cada fuente de generación.

b) Se pesa las bolsas con residuos sin abrirlas directamente en la balanza y por diferencia se obtiene el peso neto de los residuos.

Se coloca la bolsa con residuos dentro del recipiente sin hacer presión y se sacude de manera que se llenen los espacios vacíos, luego se mide la altura que alcanzarán los residuos dentro del recipiente, así como el diámetro para hallar el volumen.

Se debe pesar toda la basura generada en el punto establecido, en el caso de existir botellas de suero u otro material previamente separado (reciclado), éste debe ser pesado e inventariado. Puede pesarse separado del resto de la basura, pero este valor se suma al peso del punto de generación de donde procede.

---

## 5. Método de análisis para determinar la densidad

- Obtenido el peso por punto de generación (de acuerdo al método anterior) se determina el volumen que ocupó la basura pesada en el recipiente.
- No se considera ni el peso ni el volumen de residuos reciclables (botellas, cajas, etc.).
- Se obtiene la densidad de la basura por punto de generación al dividir su peso en kilogramos

CEPIS/OPS- Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud

entre el volumen del recipiente en metros cúbicos.

$$D = P / V$$

donde:

D = densidad de la basura (kg/m<sup>3</sup>)

P = peso de la basura (kg)

V = volumen de la basura en el recipiente (m<sup>3</sup>)

- La densidad de la basura se obtendrá al dividir el valor de la suma de los pesos netos entre el valor de la suma de los volúmenes.

---

## 6. Método de análisis para determinar la composición física

Este método tiene como objetivo conocer los componentes físicos de los residuos hospitalarios (3).

- Como la cantidad de residuos recogida por cada punto de generación es pequeña, se inspeccionará en detalle el contenido de cada bolsa originada en cada punto de generación.
- La clasificación la hacen dos personas situadas una frente a la otra, las cuales separan manualmente la basura y la colocan en distintas bandejas según su categoría.
- Terminada la clasificación en cada bolsa, se pesan las bandejas con cada componente. Se da por terminada la faena cuando toda la basura de cada bolsa ha sido separada en sus componentes.
- Las bandejas deberán estar identificadas de acuerdo al tipo de residuos, y pueden ser:

papel  
cartón  
residuos de alimentos (servidos)  
residuos de cocina  
plásticos duros  
plásticos de bolsas  
moldes de yeso  
cenizas  
vidrios (botellas, láminas, placas, etc.)  
caucho, goma  
metales  
trapos  
gasas, algodones

películas, placas de rayos X  
tumores, piezas orgánicas, huesos, animales muertos  
medios de cultivo  
lodos  
otros

- Terminada la clasificación se resta el peso obtenido menos el peso del recipiente que lo contiene, determinando así el peso de cada componente.
- Luego, se suman los pesos y se confronta con el peso de la bolsa de la cual se sacaron los residuos. De esta manera, se pueden calcular los porcentajes de cada tipo de residuos para cualquier punto de generación.
- Se obtiene el porcentaje de cada componente teniendo los datos del peso total y el peso de cada tipo de residuos.
- Se necesita efectuar todo el trabajo de campo con la mayor rapidez posible, ya que durante la operación la basura va perdiendo humedad. En consecuencia, un menor tiempo da como resultado una mayor exactitud en las mediciones.
- A los restos de alimentos de cocina y de enfermos no se les analiza composición física, porque presentan características comunes.

Si se pretende incinerar sólo los residuos que constituyen un problema para la disposición final por sus características especiales y peligrosas, entonces se analizará la composición física de las bolsas provenientes de la morgue, sala de operaciones, hemodiálisis, sala de enfermos aislados, banco de sangre y sala de quimioterapia.

Esta selección de lugares permite que el volumen que se va a caracterizar sea menor y, por lo tanto, el tiempo de exposición de estos residuos también lo será. Además, no se abren las bolsas provenientes de la morgue, banco de sangre (con bolsas de sangre), sala de aislamiento y cultivos microbiológicos, por el alto riesgo que representan y porque se conoce su composición física.

---

## 7. Preparación de la muestra para los análisis fisicoquímicos

- Se junta los residuos clasificados, según lo explicado en el acápite 6, de todas las estaciones del centro hospitalario.
- Se corta los trozos de residuos de mayor tamaño hasta que queden de 5 x 5 cm, o menos.
- El material que puede ser reciclado deberá separarse y no triturarse.
- Se homogeniza la muestra mezclándola toda.
- Se divide la muestra en cuatro partes y se escoge dos opuestas para formar otra muestra respectiva más pequeña. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se

repite hasta obtener una muestra de un kilogramo de basura o menos (2).

- Es conveniente separar algunos productos inertes como plásticos, gomas, caucho, vidrio, metales, cerámica, piedras y cualquier otro que no absorba humedad.
- Con la muestra de un kilogramo se realizan los análisis.
- Esta muestra se coloca en un recipiente hermético y se lleva de inmediato al laboratorio.
- El resto de los residuos que quede de lo separado para los análisis se desecha de inmediato, de preferencia en bolsas cerradas.

Como este tipo de residuos es muy difícil de homogenizar por las características de su contenido (piezas anatómicas, sangre, etc.), se puede preparar una muestra de cada componente y determinar su humedad, poder calórico, sólidos volátiles, cenizas y contenido de azufre por separado y luego hallar

el valor del total de forma teórica a partir del porcentaje de existencia del componente dentro de una muestra compuesta. Para este caso no se consideran los productos inertes que se indican anteriormente.

---

## **8. Método de análisis para determinar la humedad**

### **8.1 Método 1 (Referencia 1)**

#### *Equipo*

- Horno de secado (103° C)
- Desecador de vidrio
- Recipientes para muestras, con tapa
- Balanza graduada (a 0,1 g).

#### *Procedimiento*

- Se calienta el horno a 103° C lo que permitirá remover elementos volátiles como amoníaco y líquidos.
- Se divide la muestra de 50 a 100 g de basura fresca.
- Se pone la muestra en los recipientes previamente pesados y numerados, y cubrir inmediatamente.
- Se saca y bota previamente todos los materiales inorgánicos como plásticos, gomas, vidrio, caucho, metales, cerámicas, piedras y otros que no absorban humedad.
- Se seca el material a peso constante, asegurándose de tener el recipiente destapado, una vez que esté en el horno.

- Se deja las muestras en el horno por 48 horas.
- Se enfría las muestras sobre una superficie seca o en un desecador de vidrio.
- Se pesa las muestras.

*Cálculos:*

$$\% \text{ de humedad (base húmeda)} = 100 \times \text{pérdida de peso} / \text{peso húmedo neto}$$

8.2 Método 2 (Referencia 2)

*Equipo*

- Un horno de secado
- Un frasco secador grande o un armario con una sustancia higroscópica o un desecador de vidrio
- Recipiente para las muestras (botes de aluminio cerrados de 3.5 pulgadas de diámetro y 2 pulgadas de profundidad)
- Una balanza graduada a una décima de gramo y con capacidad para 200 gramos.

*Procedimiento*

- Se pesa los recipientes para las muestras.
- Se llena los recipientes con las muestras duplicadas de 50 a 100 gr de residuos orgánicos triturados frescos y se cubren inmediatamente. Los materiales inorgánicos como vidrio, metales y cerámica de media pulgada o mayores se eliminan. No hay que comprimir el material.
- Se pesa los recipientes con las muestras en su interior con precisión de un decigramo, antes de que transcurra una hora.
- Se seca las muestras a 75° C en el horno de secado con las tapas medio abiertas o sin tapas, hasta que su peso sea constante. Es suficiente secar las muestras de menos de 60% de contenido de humedad durante 24 horas en un horno que tenga circulación de aire a presión, aunque es preferible secarlas durante 48 horas.
- Se saca los recipientes del horno y se dejan enfriar en un frasco secador o desecador de vidrio.
- Se pesa los recipientes.
- Se vuelve a secar por 1 ó 2 horas.
- Se repite los últimos dos pasos.
- Si durante el segundo secado (por 1 ó 2 horas) se produce una pérdida de peso menor que el 1% del peso original (muestra húmeda) se da por terminado el proceso.
- Si la pérdida de peso en el segundo secado es mayor que el 1% del peso original, se seca por una hora más y se repite la operación hasta cumplir la condición indicada en el punto

CEPIS/OPS- Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud anterior.

### *Cálculo*

$$\% \text{ de humedad (base húmeda)} = 100 \times \text{pérdida de peso} / \text{peso húmedo neto}$$

---

## **9. Método para determinar el poder calórico**

### 9.1 Método 1 (Método analítico; referencia 2)

#### *Equipo*

- Un calorímetro de bomba de oxígeno
- Una conexión para el llenado de oxígeno
- Un cilindro de oxígeno (corriente)
- Un regulador de presión (corriente)
- Una balanza con capacidad neta para 5 kg
- Un horno de secado
- Un frasco secador grande
- Una balanza analítica.

#### *Reactivos*

- Agua destilada
- Solución de carbonato de sodio, 0.0725N  
(3,84 gramos de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  disuelto en agua destilada y diluido hasta completar un litro)
- Indicador naranja de metilo o rojo de metilo.

#### *Procedimiento*

- Se estudia y cumple al detalle las instrucciones del fabricante del calorímetro.
- Se pesa hasta un décimo de miligramo entre 0,8 y 1,2 gramos de la muestra previamente molida y resecada directamente en la cápsula metálica de combustión.
- Se instala el alambre fusible entre los dos electrodos de la bomba de oxígeno, se pone la cápsula en el soporte de la abrazadera de uno de los electrodos y se coloca una cantidad determinada de agua destilada (1 ml) en la bomba.
- Se pone la cabeza de la bomba dentro del cilindro y se atornilla la tapa firmemente con la mano mediante una argolla de contacto.
- Se conecta la válvula de entrada de oxígeno al cilindro que contiene este gas y se deja

penetrar lentamente el oxígeno hasta llegar a una presión de 30 atms. Luego se cierra la válvula de entrada de oxígeno y se desconecta la bomba.

- Se llena el balde del calorímetro con 2.000 g ( $\pm 0,5$  gr) de agua destilada para que la bomba quede sumergida en ella y completamente cubierta. La temperatura del agua debe estar aproximadamente a  $1,5^{\circ}\text{C}$  bajo la temperatura ambiente.
- Se sumerge la bomba en el balde, se conecta los bornes de los electrodos con el circuito de ignición y se coloca la tapa con el termómetro y el agitador.
- Se pone el agitador en marcha y se mantiene la agitación durante cinco minutos antes de empezar con las lecturas de temperatura. En seguida se lee el termómetro cada 60 segundos y se anotan las temperaturas con aproximación de una milésima durante otros cinco minutos por lo menos.
- Se cierra el circuito de ignición y se anota la temperatura al momento de ignición, al final de este período preliminar.
- Se hace la lectura y anotación de las temperaturas a los 45, 60, 75, 90 y 105 segundos después de producido el encendido y luego a intervalos de un minuto hasta que se haya llegado al valor máximo de la temperatura.
- Se sigue anotando las temperaturas, ahora decrecientes, durante otros cinco minutos.
- Se detiene el motor una vez anotada la última lectura y se remueve la tapa, se desconecta los bornes de ignición y se retira la bomba del calorímetro.
- Se espera durante unos cinco minutos y enseguida se deja escapar lentamente los gases abriendo la válvula de salida. Se destornilla la tapa de la bomba y se revisa cuidadosamente para cerciorarse que no queden partículas combustibles sin quemar. En caso de haberlas, se descarta el ensayo.
- Se lava bien el interior de la bomba, inclusive la tapa con la válvula y la cápsula con un chorro de agua destilada y se vierte el lavado en un vaso de precipitación. Se hace la titulación del lavado usando la solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0,0725N y el indicador naranja de metilo. Se conserva la solución que queda después de la titulación a fin de usarla en la prueba de azufre.
- Se remueve cuidadosamente los excesos del alambre fusible no quemados y se mide.
- Se hace la prueba de azufre conforme al manual del fabricante del calorímetro.

### *Cálculos*

Para el cálculo del poder calórico superior se utiliza las instrucciones del fabricante de la bomba en cuestión, pues éstas dependen del tipo de bomba que se utilice.

Como puede haber interés por conocer datos en  $\text{BTU}^*/\text{libra}$ , se presenta a continuación la ecuación para la conversión a esta unidad:

$$\text{BTU/libra} = (\text{caloría/gramo}) \times 1,8$$

Se calcula el poder calórico inferior a partir del poder calórico superior, deduciéndose 1.030 BTU por una libra (572 calorías por gramo) de agua proveniente de una cantidad unitaria (una libra o un gramo respectivamente) de material, y se incluye tanto el agua proveniente de la humedad como la formada por combustión.

## 9.2 Método 2 (Método teórico para estimar el poder calórico de la basura)

Para facilitar el cálculo del poder calórico de la basura, en primer lugar se adoptan los siguientes valores, como el poder calorífico de cada componente seco:

- a. Papel y cartón 4.000 kcal/kg
- b. Trapos 4.000 kcal/kg
- c. Madera y follaje 4.000 kcal/kg
- d. Restos de alimentos 4.000 kcal/kg
- e. Plásticos, caucho y cuero 9.000 kcal/kg
- f. Metales 0 kcal/kg
- g. Vidrios 0 kcal/kg
- h. Suelo y otros 0 kcal/kg

En segundo lugar, se supone que toda la humedad de la basura está en los componentes de las clases a, b, c y d.

Se calcula el poder calórico superior de la basura (Ps) como sigue:

|                             | Composición húmeda (%) | Composición seca (%) | Poder calórico superior (kcal/Kg) |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| a. papel carbón             | a                      |                      |                                   |
| b. Trapos                   | b                      |                      |                                   |
|                             | a+b+c+d                | a+b+c+d-W            | a+b+c+d-W / 100 x 4,000           |
| c. Madera y follaje         | c                      |                      |                                   |
| d. Restos de alimentos      | d                      |                      |                                   |
| e. Plástico, caucho y cuero | e                      | e                    | e/100 x 9,000                     |
| f. Metales                  | f                      | f                    |                                   |
| g. Vidrios                  | g                      | g                    | f+g+h+W / 100 x 0                 |

|                   |      |      |                                       |
|-------------------|------|------|---------------------------------------|
| h. Suelos y otros | h    | h    |                                       |
| i. Agua           | -    | W    |                                       |
|                   |      |      |                                       |
| TOTAL             | 100% | 100% | $40(a + b + c + d - W) + 90e$ Kcal/Kg |

Por lo tanto, el poder calórico superior de la basura ( $P_s$ ) está dado por la ecuación siguiente:

$$P_s \text{ (KcalHg)} = 40(a + b + c + d - W) + 90e$$

Se calcula el poder calórico inferior de la basura ( $P_i$ ) usando la siguiente ecuación:

$$P_i \text{ (KcalKg)} = P_s - W / 100 \times 600 = P_s - 6W$$

Cuando se trata de seleccionar el proceso de incineración como un método de tratamiento de la basura con el objeto de reducir su volumen y recuperar su energía, hay que revisar el poder calórico inferior de la basura usando las siguientes normas:

- $P_i$  para incinerar la basura sin combustible auxiliar - cuando menos 1.000 kcal/kg
- $P_i$  para recuperar energía - cuando menos 1.500 kcal/kg

## 10. Método para determinar sólidos volátiles y cenizas (referencia 2)

### Equipo

- Un horno de secado
- Una balanza analítica
- Un frasco secador grande o desecador de vidrio
- Crisoles de porcelana
- Un horno de mufla con pirómetro indicador y control de la temperatura por reostato (se debe alcanzar temperaturas de 650° C).

### Procedimiento

- Se transfiere unos 5 gramos de residuos secados y molidos de la muestra en un crisol previamente incinerado y tratado ( $W_1$ ).
- Se vuelve a secar los residuos en el crisol a 75° C en el horno de secado durante dos horas.

- Se saca el crisol del horno y se deja enfriar en el frasco secador.
- Se pesa el crisol ( $W_2$ ) y se determina el peso neto seco de la muestra ( $W_2 - W_1$ ).
- Se coloca el crisol en el horno de mufla, frío, y luego se aumenta la temperatura del horno gradualmente hasta  $650^\circ \text{C}$  y se mantiene esta temperatura durante dos horas.
- Se saca el crisol del horno y se deja enfriar en el frasco secador.
- Se pesa el crisol ( $W_3$ ) y se determina el peso de la ceniza ( $W_3 - W_1$ )

### *Cálculos*

$$\% \text{ sólidos volátiles} = 100 \times (W_2 - W_1) / (W_2 - W_1)$$

$$\% \text{ ceniza} = 100 \times (W_3 - W_1) / (W_2 - W_1)$$

---

## **11. Método de análisis para determinar azufre (referencia 1)**

### *Equipo*

- Placa caliente u otra fuente de calor
- Crisoles de porcelana
- Mufla (de  $600^\circ \text{C}$  a  $900^\circ \text{C}$ )
- Horno de secado
- Desecador de vidrio
- Balanza analítica
- Vasos de precipitado (250 y 400 ml)
- Papel filtro (Whatman No. 41 y 42)
- Vidrios-reloj estriados
- Pipetas volumétricas.

### *Reactivos*

- Agua para lavado
- Indicador naranja de metilo; 1 ml de solución saturada de naranja de metilo por litro de agua destilada
- Hidróxido de amonio concentrado
- Ácido clorhídrico concentrado
- Solución de agua bromurada concentrada
- Solución de cloruro de bario al 10%.

### *Procedimiento*

- Se recoge el lavado de la bomba, que sigue a la combustión de la muestra (prueba de poder calorífico) que no pese más de un gramo. Recuérdese que se debe lavar hasta que no se observe reacción ácida adicional y asegurarse que se agrega todo el precipitado al vaso que recoge el lavado.
- Se titula el lavado con una solución estándar de carbonato de sodio (0,0725N) para determinar la corrección ácida.
- Después de la neutralización, se agrega 1 ml de hidróxido de amonio concentrado ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), se calienta la solución hasta hervir y se filtra a través de papel filtro rápido (Whatman No. 41) dentro de un vaso de precipitado de 400 a 600 ml.
- Se lava el papel filtro y los residuos con agua destilada caliente.
- Se agrega agua suficiente al vaso de precipitado, de modo que el volumen total de la solución sea aproximadamente 250 ml.
- Se neutraliza la solución con HCl concentrado y se añade 2 ml en exceso.
- Se agrega 10 ml de agua bromurada saturada.
- Se evapora la solución a aproximadamente 200 ml sobre una placa caliente u otra fuente de calor.
- Se agrega lentamente a la solución 10 ml de cloruro de bario al 10%, mientras se agita por dos minutos.
- Se tapa el vaso de precipitado con un vidrio-reloj estriado y se reduce el volumen a 75 ml en una placa caliente u otra fuente de calor.
- Se deja que el precipitado sedimente y enfríe. Recuérdese que el período de enfriamiento podrá ser de 1 a 12 horas, dependiendo de la muestra analizada.
- Se filtra el precipitado a través de un papel filtro (Whatman No. 42).
- Se lava el papel filtro con agua destilada caliente hasta asegurarse que esté libre de cloruros.
- Se transfiere el papel filtro conteniendo el precipitado a un crisol previamente secado y pesado.
- Se seca y carboniza el papel filtro a baja temperatura sin que arda.
- Se pone el crisol en la mufla y se eleva la temperatura a 600 ° C. El crisol deberá permanecer a esta temperatura por dos horas en la mufla.
- Se enfria en un desecador de vidrio hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Se pesa de nuevo el crisol.

### *Cálculos*

$$\% \text{ de azufre en la muestra} = \text{peso de } \text{BaSO}_4 \times 13,734 / \text{peso de la muestra}$$

---

## **12. Medidas de seguridad en el trabajo de análisis de muestras**

Se aplican las mismas medidas de seguridad que se indican en la página 16 de esta Guía.

---

### **13. Referencia bibliográfica**

1. Torre Quiroga, M. de la. 1973. Los residuos sólidos en un hospital del Servicio Nacional de Salud; informe técnico. Santiago: Servicio Nacional de Salud.
2. Sakurai, Kunotishi. 1981. Aspectos básicos del servicio de aseo; análisis de residuos sólidos; manual de Instrucción. Lima: CEPIS.
3. Tello Espinoza, Carmen del Pilar. 1991. Diagnóstico preliminar de la situación de los residuos sólidos hospitalarios en Lima metropolitana. Lima: CEPIS.

---

**Actualizado el 10/Ago/98**  
Comentarios al [Webmaster](#)