



MANEJO DE RESIDUOS DE ESTABLECIMIENTOS DE ATENCIÓN DE SALUD

Segunda Edición

2010

Publicado con el Patrocinio de:



GOBIERNO DE
CHILE
MINISTERIO DE SALUD

SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA
DIVISIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS SALUDABLES Y PROMOCIÓN
DEPARTAMENTO DE SALUD AMBIENTAL



ISBN: 978-956-8823-07-8

Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud

Ministerio de Salud, 2010

Segunda edición



Presentación

El Ministerio de Salud, con la colaboración de la Organización Panamericana de la Salud, OPS/OMS, ha estimado pertinente reeditar el Manual de Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud, publicado durante el año 2009, dada la importancia, cada vez mayor, de que los responsables de este tipo de establecimientos se hagan cargo de los desechos que se generan en sus actividades tanto de prevención como de diagnóstico y recuperación de la salud, asegurando un adecuado control de los riesgos asociados a éstos tanto al interior de los establecimientos como fuera de ellos y en particular, asegurando su eliminación en instalaciones que den cumplimiento a los requerimientos sanitarios y ambientales que establece la normativa sanitaria y ambiental vigente.

La presente edición revisada, tiene por objeto ampliar la distribución del Manual a una mayor cantidad hospitales, clínicas y demás establecimientos de atención de salud, de forma de asegurar que al momento de entrar en plena vigencia el Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud, dichos establecimientos cuenten con información suficiente para su cabal implementación y oportuno cumplimiento.

DRA. LILIANA JADUE HUND
SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA





Presentación a la primera edición

Los residuos o desechos generados en cualquier actividad humana pueden presentar riesgos para la salud cuya magnitud dependerá de la presencia y concentración de sustancias peligrosas y microorganismos patógenos viables, es por ello que todas las etapas de manejo a las que se sometan los residuos se deben realizar teniendo presente la necesidad de minimizar adecuadamente dichos riesgos, a objeto que tanto los trabajadores que participan de dicho manejo así como la población en general se encuentren adecuadamente protegidos.

En el caso de los Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS), la Organización Mundial de la Salud, OMS, recomienda realizar un manejo diferenciado de los distintos residuos que se generan en dichos establecimientos, controlando de forma eficaz los riesgos específicos que tienen asociados cada uno de ellos. Para estos efectos, la OMS ha definido la existencia de diez categorías de REAS, entre las que se incluyen desechos radiactivos, sustancias químicas peligrosas, metales pesados, residuos infecciosos y desechos asimilables a los domiciliarios.

La OMS señala que la fracción de los residuos asimilable a los domiciliarios, que representan entre un 75% a un 90% del total de los REAS, no constituyen riesgos para la salud de la población mayores que los asociados a los residuos de origen domiciliario, pudiendo, por lo tanto, ser manejados a través de los sistemas municipales de recolección y disposición final de residuos sólidos urbanos y, consiguientemente, sólo una fracción menor de la totalidad de los residuos de establecimientos de atención de salud requieren cuidados mayores en su manejo.

El Ministerio de Salud, siguiendo las recomendaciones de la OMS, inició la oficialización del “Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud”, en el que se establece cuatro grandes categorías de residuos y, en particular, se incluye la categoría de residuos especiales, la cual corresponde a la fracción considerada como infecciosa por la OMS. Para estos efectos la OMS define a los residuos infecciosos como aquellos “que se sospecha contienen patógenos en suficiente concentración o cantidad para causar enfermedad en huéspedes susceptibles”.

Este nuevo reglamento, requiere que los establecimientos de atención de la salud establezcan un manejo diferenciado para las distintas categorías de REAS, generando planes en los que definan el manejo interno así como el destino final de los residuos para cada una de éstas, dejando abierta distintas posibilidades para su tratamiento y su eliminación, de forma que todo recinto, independiente de su ubicación y tamaño, tenga acceso a alguna alternativa técnica, económica y sanitariamente adecuada que le permita dar cabal cumplimiento a los requerimientos normativos.

El MINSAL pone a disposición de los responsables del manejo de residuos de establecimientos de atención de salud el presente Manual, cuyo objetivo es facilitar la implementación de la reglamentación sanitaria que próximamente será oficializada, mejorando la gestión interna de los establecimientos y el control de los riesgos asociados al manejo de los residuos, evitando que los trabajadores, el personal médico y paramédico, los pacientes y sus visitas, quienes acuden en consulta y la población en general, se vean expuestos a los agentes nocivos presentes en ellos.

DRA. JEANETTE VEGA MORALES
SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA



ÍNDICE

1	Introducción	9
1.1	Objetivos	9
1.2	Marco Teórico	9
1.3	Marco Legal	10
2	Definición y Caracterización de REAS	13
2.1	Definiciones	13
2.2	Clasificación de REAS	13
2.2.1	Residuos especiales	14
2.2.2	Residuos peligrosos	15
2.2.3	Residuos radiactivos de baja intensidad	20
2.2.4	Residuos sólidos asimilables	22
2.3	Generación de REAS	22
2.4	Riesgos para la Salud	24
2.4.1	Residuos especiales	24
2.4.2	Residuos peligrosos	25
2.4.3	Residuos radiactivos de baja intensidad	26
2.5	Prevención de Riesgos Laborales	26
3	Minimización de REAS	29
4	Manejo de REAS	31
4.1	Manejo Interno	31
4.1.1	Separación en origen	31
4.1.2	Recolección y transporte interno	36
4.1.3	Almacenamiento	37
4.1.4	Eliminación en el lugar	40
4.2	Recolección y Transporte Externo	43
4.2.1	Residuos especiales	44
4.2.2	Residuos peligrosos	44
4.2.3	Residuos radiactivos de baja intensidad	46
4.2.4	Residuos sólidos asimilables	46
4.3	Eliminación Externa	46
4.3.1	Residuos especiales	46
4.3.2	Residuos peligrosos	61
4.3.3	Residuos radiactivos de baja intensidad	62
4.3.4	Residuos sólidos asimilables	62
5	Plan de Manejo de REAS	63



5.1 Establecimientos Sujetos a Presentar un Plan de Manejo de REAS	63
5.2 Diagnóstico de la Generación y Manejo de REAS	63
5.3 Elementos de un Plan de Manejo de REAS	64
5.3.1 Identificación del establecimiento	65
5.3.2 Cantidad generada de REAS	66
5.3.3 Planos del establecimiento	66
5.3.4 Procedimientos de manejo interno	68
5.3.5 Sistema de registro de residuos	70
5.3.6 Definición del perfil y obligaciones del personal	70
5.3.7 Programa de capacitación	72
5.3.8 Programa de vigilancia de la salud	74
5.3.9 Plan de contingencias	74
6 Plan de Contingencias	75
7 Referencias Bibliográficas	77
Anexo 1 Cálculo de las concentraciones tóxicas agudas límites (CTAL)	81
Anexo 2 Listado no exhaustivo de sustancias tóxicas agudas o crónicas que pueden estar presentes en Establecimientos de Atención de Salud	83
Anexo 3 Segregación de residuos peligrosos según clase o división de riesgo	85
Anexo 4 Rotulación de residuos peligrosos	87



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos

El manual tiene por objeto facilitar la aplicación del Reglamento Sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud, orientando sobre las condiciones sanitarias y de seguridad básicas a las que debe someterse el manejo de estos residuos con el fin de prevenir y controlar riesgos para quienes se desempeñan en estos establecimientos, sus usuarios, los que transportan y eliminan estos residuos, y la población en general.

1.2. Marco Teórico

La gestión adecuada de los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud debe ser un proceso destinado a prevenir los riesgos a la salud y al ambiente asociados a su generación y formas de manejo.

Un manejo apropiado traspasa los límites del establecimiento hasta llegar a la instalación de eliminación. Si bien la mayoría de los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud se puede eliminar a través de los sistemas de alcantarillado o de la recolección municipal, según su naturaleza, hasta el 20% aproximadamente de los residuos puede presentar algún riesgo para la salud pública si no se maneja adecuadamente. En este sentido, la segregación de las diferentes categorías de residuos es esencial para impedir que tales residuos no contaminen los otros residuos generados y posibilitar su correcta eliminación.

El manejo de los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud comprende un conjunto de actividades y procesos a las que se someten los residuos luego de su generación y cuya eficacia depende de una adecuada segregación inicial, incluyendo su transporte dentro del establecimiento, almacenamiento, transporte fuera del establecimiento y eliminación. En algunos casos, el manejo puede también incluir el tratamiento de los residuos al interior del establecimiento.

El manejo de estos residuos es más eficaz cuando se emplean procedimientos adecuados en cada etapa, desde la planificación y adquisición de insumos o equipos, hasta la eliminación. Cada establecimiento debe evaluar las condiciones particulares del mismo y decidir con respecto a las soluciones de manejo de residuos más apropiadas, siempre en conformidad con el Reglamento Sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud. No existe un método óptimo o una combinación de métodos únicos.

1.3. Marco Legal

El manejo de **Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS)** está sujeto a las disposiciones de diversos cuerpos legales y reglamentarios; entre otros, los siguientes:

- **Código Sanitario** (Decreto con Fuerza de Ley N°725 del 11 de diciembre de 1967, del Ministerio de Salud):

Establece que le corresponde a las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud* (a) autorizar la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase; (b) autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquiera clase; (c) establecer los requisitos que deben reunir los vehículos y sistemas de transporte de basuras y desperdicios de cualquier naturaleza.

- **Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa** (Decreto con Fuerza de Ley N°1 del 8 de noviembre de 1989, del Ministerio de Salud):

Establece que requieren autorización sanitaria expresa las siguientes materias, entre otras: (a) instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase; (b) instalación y funcionamiento de incineradores de desechos biológicos; (c) almacenamiento y abandono o desecho de sustancias radiactivas; (d) acumulación y disposición final de residuos dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo cuando los residuos sean inflamables, explosivos o considerados peligrosos.

- **Reglamento Sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud:** (Decreto Supremo N°06, del 23 de Febrero de 2009, del Ministerio de Salud):

Regula las condiciones sanitarias y de seguridad a las que debe someterse el manejo de los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud, incluyendo segregación, transporte interno, almacenamiento, transporte externo y eliminación. Dispone la obligación de presentar **Planes de Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud** por parte de establecimientos que generen más de 1 tonelada mensual de residuos especiales.

- **Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos** (Decreto Supremo N°148, del 12 de Junio de 2003, del Ministerio de Salud):

Determina las condiciones sanitarias y de seguridad a las que debe someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

Dispone la obligación de presentar **Planes de Manejo de Residuos Peligrosos** por parte de establecimientos que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad, y establece un **Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos**.

* Según modificaciones dispuestas por la Ley N°19.937, del 30 de enero de 2004, y el Decreto N°136, del 8 de septiembre de 2004, ambos del Ministerio de Salud.

- **Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo**

(Decreto Supremo N°594, del 15 de septiembre de 1999, del Ministerio de Salud):

Regula las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, incluyendo los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

- **Reglamento sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas o Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes, Personal que se Desempeña en Ellas, u Opere Tales Equipos y Otras Actividades Afines** (Decreto Supremo N°133, del 22 de mayo de 1984, del Ministerio de Salud):

Regula las condiciones y requisitos que deben cumplir las instalaciones radiactivas o los equipos generadores de radiaciones ionizantes, y el personal que se desempeñe en ellas u opere estos equipos. Establece que deben contar con autorización sanitaria: (a) los lugares destinados al almacenamiento de desechos radiactivos; (b) el abandono o desecho de sustancias radiactivas.

- **Ley de Bases Generales del Medio Ambiente** (Ley N°19.300, del 1 de marzo de 1994, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia):

Crea un **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental** que someterá a los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto a una evaluación, a través de un **Estudio de Impacto Ambiental o una Declaración de Impacto Ambiental**; en materia de responsabilidad, establece la Responsabilidad por Daño Ambiental. La Ley define los proyectos o actividades que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; entre otros: (a) el almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas; (b) los proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.

- **Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental** (Decreto Supremo N°95, del 21 de agosto de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia):

Establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la participación de la comunidad. Establece que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, entre otros, los siguientes proyectos o actividades: (a) sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales sólidos; (b) plantas de tratamiento y/o disposición de residuos peligrosos; (c) sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos infecciosos generados por Establecimientos de Atención de Salud, con capacidad mayor o igual a 250 kilogramos diarios.

- **Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración de Residuos** (Decreto Supremo N°45, del 5 de marzo de 2007, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia):

Establece, para todo el territorio nacional, los valores límites de emisión permitidos y las condiciones de operación para las instalaciones de incineración. No está afectada a esta norma de emisión, la incineración en crematorios exclusivamente de cadáveres humanos.

Las instalaciones existentes deberán cumplir con las normas de emisión establecidas en un plazo no superior a 3 años, contado desde la entrada en vigencia del decreto el día 5 de octubre de 2007.

- 
- **Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones** (Decreto N°47, del 16 de abril de 1992, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo):

Reglamenta la Ley General de Urbanismo y Construcciones*. Establece los estándares técnicos de diseño y construcción que debe cumplir toda edificación, según su destino, en lo relativo a condiciones de incombustibilidad, salubridad y ventilación, entre otras, y regula el proceso de construcción. Establece que la construcción, reconstrucción, reparación, alteración y ampliación de edificios requiere permiso de la Dirección de Obras Municipales.

- **Reglamenta el Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos** (Decreto Supremo N°298, del 25 de noviembre de 1994, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones):

Establece las condiciones, normas y procedimientos aplicables al transporte de carga de sustancias o productos que por sus características, sean peligrosas o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente. Establece, entre otros, que el expedidor será responsable de todos los perjuicios resultantes de la expedición de la mercancía si el transportista no estuviere en conocimiento del carácter peligroso de la misma.

* Decreto con Fuerza de Ley N°a1458, de 18 de diciembre de 1975, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.



2. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE REAS

2.1. Definiciones

Establecimientos de Atención de Salud:

Establecimientos asistenciales en los que se diagnostica, trata, rehabilita o realizan acciones de inmunización a seres humanos.

Generador:

Establecimiento de Atención de Salud que dé origen a residuos especiales, según se definen en el Reglamento Sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud.

Residuo o desecho:

Sustancia, elemento u objeto que el Generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar.

Eliminación:

Conjunto de operaciones a través de las cuales los residuos son tratados o dispuestos finalmente mediante su depósito definitivo en el suelo, incluyéndose en estas operaciones aquellas destinadas a su reutilización o reciclaje.

Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS):

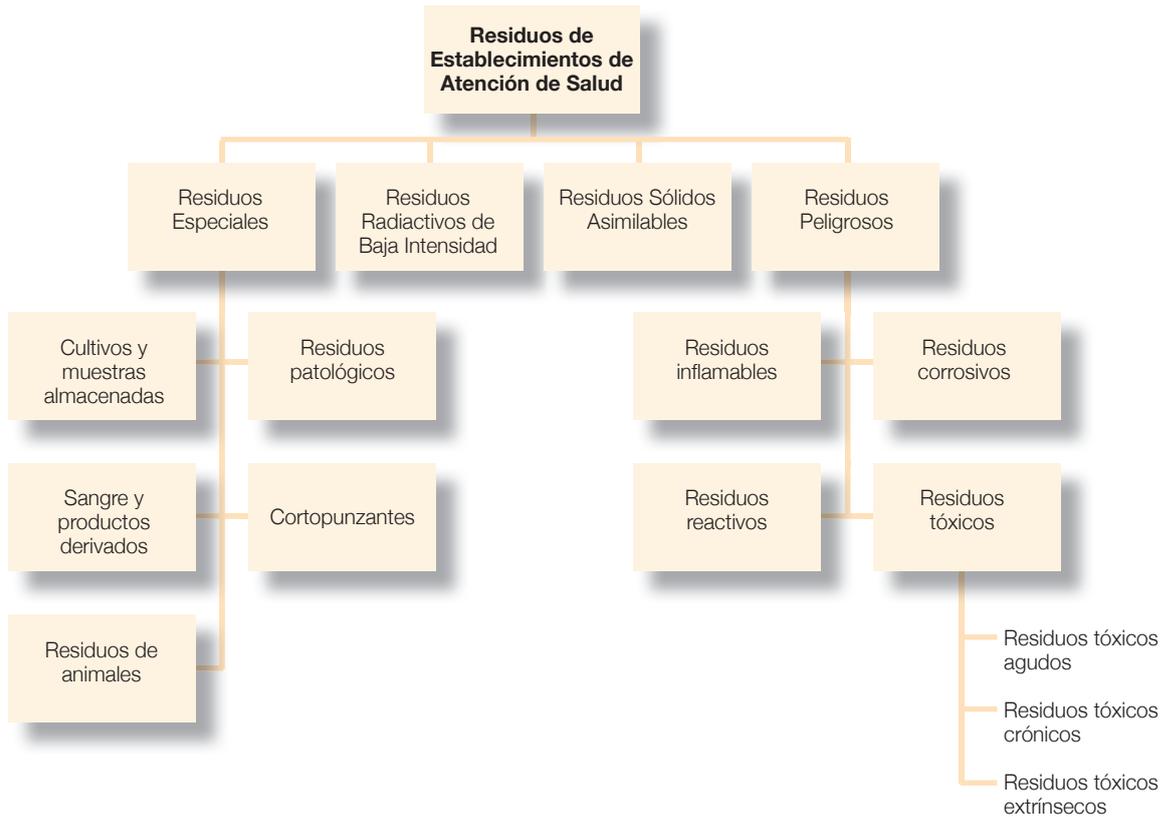
Sustancias, elementos u objetos que un establecimiento asistencial en los que se diagnostica, trata, rehabilita o inmuniza a seres humanos, elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar.

2.2. Clasificación de REAS

Los REAS se clasifican en las siguientes categorías según su riesgo (Figura 2.1):

- Categoría 1: Residuos Peligrosos
- Categoría 2: Residuos Radioactivos de Baja Intensidad
- Categoría 3: Residuos Especiales
- Categoría 4: Residuos Sólidos Asimilables

Figura 2.1: Clasificación de REAS



2.2.1. Residuos especiales

Son aquellos que contienen o pueden contener agentes patógenos en concentraciones o cantidades suficientes para causar enfermedad a un huésped susceptible.

En esta categoría se incluyen los siguientes residuos:

- Cultivos y muestras almacenadas:** residuos de la producción de material biológico; vacunas de virus vivo, placas de cultivo y mecanismos para transferir, inocular o mezclar cultivos; residuos de cultivos; muestras almacenadas de agentes infecciosos y productos biológicos asociados, incluyendo cultivos de laboratorios médicos y patológicos; y cultivos y cepas de agentes infecciosos de laboratorios.
- Residuos patológicos:** restos biológicos, incluyendo tejidos, órganos, partes del cuerpo que hayan sido removidos de seres o restos humanos, incluidos aquellos fluidos corporales que presenten riesgo sanitario.
- Sangre y productos derivados,** incluyendo el plasma, el suero y demás componentes sanguíneos, y elementos tales como gasas y algodones, saturados con estos.

No se incluyen en esta categoría la sangre, productos derivados y materiales provenientes de bancos de sangre que luego de ser analizados se haya demostrado la ausencia de riesgos para la salud.



- (d) **Cortopunzantes:** residuos resultantes del diagnóstico, tratamiento, investigación o producción, capaces de provocar cortes o punciones. Se incluyen residuos tales como agujas, pipetas Pasteur, bisturís, placas de cultivos y demás cristalería.
- (e) **Residuos de animales:** cadáveres o partes animales, así como sus camas, que estuvieron expuestos a agentes infecciosos durante un proceso de investigación, producción de material biológico o en la evaluación de fármacos.

2.2.2 Residuos peligrosos

Residuo peligroso es todo residuo que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar una o varias de las características de peligrosidad que se definen en el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, es decir:



- (a) **Toxicidad aguda,**
- (b) **Toxicidad crónica,**
- (c) **Toxicidad extrínseca o toxicidad por lixiviación,**
- (d) **Inflamabilidad,**
- (e) **Reactividad, y/o**
- (f) **Corrosividad.**

Los residuos peligrosos se pueden identificar mediante ensayos de laboratorio (Cuadro 2.1), a través del uso de listados de residuos peligrosos, o en base al conocimiento que el Generador tenga sobre los insumos ocupados en el establecimiento y los residuos resultantes de su utilización (por ejemplo, a través de las etiquetas, rótulos u Hojas de Datos de Seguridad de los materiales*).

Cuadro 2.1: Metodologías de caracterización de residuos peligrosos

Las metodologías para la caracterización de residuos peligrosos aprobadas por el Ministerio de Salud, mediante Resolución Exenta N°292 del 31 de mayo de 2005, son las siguientes:

- (a) Test TCLP EPA-1311, para determinar la característica de toxicidad extrínseca o toxicidad por lixiviación.
- (b) Método Copa Cerrada Setaflah EPA-1020B, para determinar el punto de inflamación de residuos líquidos.
- (c) Método Copa cerrada Pensky-Martens EPA-1010A, para determinar el punto de inflamación de residuos líquidos.
- (d) Método de la Tasa de Corrosión EPA-1110A, para determinar la corrosividad de residuos líquidos acuosos y no acuosos.

No hay ensayos aprobados por el Ministerio de Salud para determinar la característica de reactividad, siendo necesario que el Generador emplee su conocimiento para establecer si el residuo presenta cualquiera de las propiedades indicadas para esta característica en el artículo 16 del Decreto Supremo N°148/2003 del Ministerio de Salud.

Los laboratorios que caracterizan residuos peligrosos deben estar autorizados por las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud correspondientes de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Laboratorios Privados de Salud Pública de Caracterización de Residuos Peligrosos, Decreto N°173 de 5 de agosto de 2005 del Ministerio de Salud.

El muestreo de los residuos se debe llevar a cabo aplicando procedimientos que garanticen la representatividad de las muestras tomadas.

* Para mayor información se recomienda consultar la "Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos", disponible en el sitio web del Ministerio de Salud.

- (a) **Toxicidad aguda:** es la capacidad de un residuo de causar daño a seres humanos como resultado de una exposición breve o única; se expresa como la dosis letal media o DL50, que es la dosis necesaria para matar el 50% de una población dada de animales en un ensayo de laboratorio.

La toxicidad aguda de un residuo puede estimarse en base a la información técnica disponible sobre la toxicidad de las sustancias que lo componen, debiéndose considerar para estos efectos las sustancias identificadas como tóxicas agudas por el Decreto Supremo N°148/2003 y las que sean declaradas como sustancias tóxicas agudas por el Ministerio de Salud mediante decreto supremo. De esta manera, los residuos consistentes o contaminados con cualquiera de esas sustancias pueden ser considerados residuos tóxicos agudos dependiendo del contenido porcentual de la sustancia en el residuo, sin perjuicio de que puedan también tener otras características de peligrosidad. En el Anexo 1 se muestra cómo determinar si un residuo tiene la característica de toxicidad aguda mediante el cálculo de las “concentraciones tóxicas agudas límites” (CTAL) correspondientes.

Cuadro 2.2: Residuos tóxicos agudos

Las sustancias tóxicas agudas a las que hace mención el Decreto Supremo N°148/2003 incluyen medicamentos como epinefrina, fentermina y warfarina, además de otras sustancias que pueden ser usadas en unidades de apoyo diagnóstico, como son Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica (cianuro de potasio y tetraóxido de osmio por ejemplo).

En el Anexo 2 se identifican otras sustancias tóxicas agudas cuyo uso puede estar asociado a Establecimientos de Atención de Salud dependiendo de la complejidad de éstos.

- (b) **Toxicidad crónica:** es la capacidad de un residuo de causar efectos adversos a largo plazo en seres humanos. Los efectos crónicos pueden ser mutagénicos, cancerígenos, teratogénicos o tóxicos acumulativos.

La toxicidad crónica de un residuo puede estimarse en base a la información técnica disponible sobre la toxicidad de las sustancias que lo componen, debiéndose considerar para estos efectos las sustancias identificadas como tóxicas crónicas por el Decreto Supremo N°148/2003 y las que sean declaradas como sustancias tóxicas crónicas por el Ministerio de Salud mediante decreto supremo. De esta manera, los residuos consistentes o contaminados con cualquiera de esas sustancias pueden ser considerados residuos tóxicos crónicos dependiendo del contenido porcentual de la sustancia en el residuo, sin perjuicio de que puedan también tener otras características de peligrosidad. En el Anexo 1 se muestra cómo determinar si un residuo tiene la característica de toxicidad crónica mediante el cálculo de las “concentraciones tóxicas agudas límites” (CTAL) correspondientes.

Cuadro 2.3: Residuos tóxicos crónicos

Las sustancias tóxicas crónicas a las que hace mención el Decreto Supremo N°148/2003 incluyen medicamentos tales como drogas utilizadas en quimioterapia (clorambucil y melfalan por ejemplo), además de otras sustancias que pueden ser empleadas en unidades de apoyo diagnóstico, como son acetato de etilo, metanol, acetona, xileno, formaldehído, etc., usados en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica. También se considera el mercurio, usado en vacunas (timerosal), antisépticos (merbromina), termómetros, esfigmomanómetros, sondas gastrointestinales (sondas de Cantor, Miller Abbott, dilatadores esofágicos), termostatos, manómetros, barómetros, tubos fluorescentes, pilas, etc. [1,2]

Otras sustancias tóxicas crónicas cuyo uso puede estar asociado a Establecimientos de Atención de Salud dependiendo de la complejidad de éstos, son identificadas en el Anexo 2.

- (c) **Toxicidad extrínseca:** es la capacidad de un residuo de dar origen, a través de su eliminación, a una o más sustancias tóxicas agudas o tóxicas crónicas en concentraciones que pongan en riesgo la salud de la población.

Los residuos consistentes o contaminados con alguna de las sustancias listadas en el artículo 14 del Decreto Supremo N°148/2003 tienen la característica de toxicidad extrínseca cuando el Test TCLP arroja para cualquiera de esas sustancias, concentraciones superiores a las Concentraciones Máximas Permisibles (CMP).

Cuadro 2.4: Residuos tóxicos extrínsecos

Las sustancias a las que hace mención el artículo 14 del Decreto Supremo N°148/2003 incluyen el mercurio, algunos compuestos usados en productos farmacéuticos (nitrato de plata y m•cresol por ejemplo) y otros que pueden ser usados en unidades de apoyo diagnóstico, como son Radiología y Anatomía Patológica (por ejemplo, sulfato de bario y cloroformo). Las soluciones usadas de fijador y revelador generadas en Radiología, así como collarines, delantales y otros elementos plomados de protección radiológica que sean desechados, pueden tener la característica de toxicidad extrínseca. Servicios Generales puede generar desechos electrónicos, baterías usadas de níquel-cadmio o de plomo, y residuos de pinturas que en caso de contener plomo, cromo o cadmio, también pueden presentar la característica. Otras sustancias son identificadas en el Anexo 2.

- (d) **Inflamabilidad:** es la capacidad para iniciar la combustión provocada por la elevación local de la temperatura; este fenómeno se transforma en combustión propiamente tal cuando se alcanza la temperatura de inflamación.

Un residuo tiene la característica de inflamabilidad si presenta cualquiera de las propiedades señaladas en el Decreto Supremo N°148/2003, por ejemplo, si es una sustancia oxidante, un gas comprimido inflamable, o si es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 61°C en ensayos de copa cerrada.

Cuadro 2.5: Residuos inflamables

Los residuos consistentes o contaminados con productos farmacéuticos que contienen sustancias tales como alcohol, colodión elástico, nitrito de amilo o nitrato de plata, o con sustancias usadas en unidades de apoyo diagnóstico, por ejemplo, xileno, tolueno, metanol o permanganato de potasio en Anatomía Patológica, o nitrato de plata, acetona, etanol o agua oxigenada en Laboratorio Clínico, pueden tener la característica de inflamabilidad. Los residuos consistentes o contaminados con pinturas base solvente, ciertos adhesivos, bencina blanca, aguarrás, o aerosoles con propelente inflamable (propano, butano), también pueden presentar la característica.

- (e) **Reactividad:** es el potencial de los residuos para reaccionar químicamente liberando en forma violenta energía y/o compuestos nocivos ya sea por descomposición o por combinación con otras sustancias.

Un residuo tiene la característica de reactividad si presenta cualquiera de las propiedades señaladas en el Decreto Supremo N°148/2003, por ejemplo, si genera gases tóxicos en contacto con agua, contiene cianuros o sulfuros y puede generar gases tóxicos en contacto con bases o ácidos fuertes, o si es un explosivo de acuerdo a la legislación vigente.

Cuadro 2.6: Residuos reactivos

Las baterías usadas de litio y los residuos consistentes o contaminados con sustancias tales como ácido pícrico (usada en laboratorios de histología) o azida de sodio (usada por ejemplo en reactivos de diagnóstico in vitro) pueden tener la característica de reactividad.

- (f) **Corrosividad:** es la capacidad de un residuo de producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos o desgastar a los sólidos, mediante procesos de carácter químico.

Un residuo tiene la característica de corrosividad si es acuoso y tienen un pH inferior o igual a 2 (muy ácido) o mayor o igual a 12,5 (muy básico), o si es un líquido capaz de corroer metales, por ejemplo tambores u otros contenedores metálicos.

Cuadro 2.7: Residuos corrosivos

Los residuos consistentes o contaminados por ácidos sulfúrico, clorhídrico, nítrico y crómico, o soluciones alcalinas de hidróxido de sodio o amoníaco, pueden tener la característica de corrosividad.

2.2.3. Residuos radiactivos de baja intensidad

Son aquellos residuos consistentes o contaminados por radionucleidos en concentraciones o actividades superiores a los niveles de exención establecidos por la autoridad competente, y que luego de haber sido almacenados adecuadamente durante un período relativamente pequeño, suficiente para que su actividad radiactiva disminuya hasta dichos niveles de exención, pueden ser dispuestos a través de los sistemas de alcantarillado o de la recolección municipal, según su naturaleza.

Los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud generalmente contienen radionucleidos de vida media corta. En medicina nuclear sobre el 90% de los exámenes se realizan con Tc [3], cuya vida media es de 6 horas, no obstante, algunos procedimientos terapéuticos precisan el uso de radionucleidos con vida media más larga, como Co y Cs que tienen una vida media de 5,3 y 30 años respectivamente. La vida media de los principales radionucleidos usados en Establecimientos de Atención de Salud se indica en la Tabla 2.1.

Los residuos que se generan en aplicaciones diagnósticas con administración de radiofármacos “in vivo” están formados por restos de radiofármacos no utilizados, algodones, jeringas, guantes desechables, etc. Además, una fracción importante de la actividad administrada al paciente es eliminada biológicamente, siendo la orina la vía más importante. En las aplicaciones “in vitro”, los residuos que se generan están formados por viales con muestras, restos de trazador no utilizado y material desechable contaminado como puntas de pipeta, viales y guantes [6].

La utilización de fuentes no selladas es habitual en la terapia metabólica mediante la utilización de I, siendo las excretas del paciente la principal vía de eliminación de la actividad administrada. Además de los residuos biológicos, también puede haber material potencialmente contaminado, como la ropa interior del paciente, las sábanas o los utensilios para comer [6]. También se utilizan en radioterapia el P y el Sr [5].

Otra actividad que genera residuos radiactivos (en cantidad mucho menor) es radioinmunoanálisis. La sustancia de mayor uso actualmente es el I, cuya vida media es de 60 días.

Tabla 2.1: Radionucleidos de uso común en Establecimientos de Atención de Salud [4,5]

¹⁴ C	5.730 años	Diagnóstico “in vitro”
³² P	14,3 días	Radioterapia
⁵¹ Cr	27,8 días	Diagnóstico
⁵⁷ Co	271 días	Diagnóstico “in vitro”
⁵⁸ Co	70,8 días	Diagnóstico “in vitro”
⁶⁰ Co	5,3 años	Diagnóstico; teleterapia; braquiterapia
⁵⁹ Fe	45 días	Diagnóstico
⁶⁷ Ga	78 horas	Imagenología
⁷⁵ Se	119 días	Imagenología
^{81m} Kr	13 segundos	Diagnóstico
⁸⁵ Kr	10,7 años	Imagenología
⁸⁹ Sr	50,5 días	Radioterapia
⁹⁰ Sr	29,1 años	Braquiterapia
⁹⁰ Y	2,7 días	Braquiterapia
^{99m} Tc	6 horas	Diagnóstico
¹⁰³ Pd	17 años	Braquiterapia
¹⁰⁶ Ru	1 años	Braquiterapia
¹¹¹ In	67 horas	Diagnóstico
¹²³ I	13,1 horas	Diagnóstico; radioterapia
¹²⁵ I	60 días	Diagnóstico; radioterapia; radioinmunoanálisis
¹³¹ I	8 días	Radioterapia
¹³³ Xe	5,3 días	Imagenología
¹³⁷ Cs	30 años	Teleterapia, braquiterapia
¹⁵³ Gd	244 días	Diagnóstico (densitometría)
¹⁹² Ir	74 días	Braquiterapia
¹⁹⁸ Au	2,3 días	Braquiterapia
²⁰¹ Tl	78 horas	Diagnóstico
²²² Rd	3,8 días	Radioterapia
²⁴¹ Am	433 años	Diagnóstico (densitometría)

2.2.4. Residuos sólidos asimilables

Son aquellos residuos que por sus características físicas, químicas y microbiológicas, pueden ser entregados a la recolección municipal y pueden ser dispuestos en un relleno sanitario cuyo funcionamiento haya sido autorizado de acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N°189, del 18 de agosto de 2005, del Ministerio de Salud*.

Los residuos sólidos asimilables están compuestos por papel, cartón, metales, vidrio y restos de comida de oficinas, comedores, cafetería, salas de espera y similares. Se incluye también los residuos de jardinería.

Se incluyen en esta categoría a los residuos especiales que hayan sido sometidos a tratamiento previo (véase 4.3.1.1) y los residuos radiactivos cuya actividad haya disminuido a los niveles de exención establecidos por la autoridad competente. Además se incluyen los materiales absorbentes, tales como gasas y algodones, no saturados con sangre y sus derivados, así como los residuos de preparación y servicio de alimentos, material de limpieza de pasillo, salas y dependencias de enfermos.

2.3. Generación de REAS

Los tipos de residuos generados en los Establecimientos de Atención de Salud y sus cantidades, varían según el tamaño y complejidad de los establecimientos.

La Organización Mundial de la Salud [4,7] estima que la generación promedio de residuos hospitalarios en América Latina es de 3 kg/cama/día, variando entre 1,0 y 4,5 kg/cama/día de acuerdo al Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [8]. De éstos, en promedio, el 80% son residuos sólidos asimilables y el 20% restante son residuos que presentan algún riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente: aproximadamente el 4% son residuos peligrosos o radiactivos y el 16% son residuos especiales (Figura 2.4) [4,7,9,10]. Sin embargo, si la segregación en el punto de generación es inadecuada, los residuos que presentan algún riesgo pueden incluso representar el 40% del total de los residuos [11].

Basado en el número de camas disponibles en Chile el año 2006 en los sectores público y privado, es decir 37.805 camas [12], y un índice ocupacional del 70%, se estima que en el país se producen 29.000 t/año de REAS.

Los diferentes servicios clínicos, unidades de apoyo y secciones de un Establecimiento de Atención de Salud generan distintos tipos de residuos (Tabla 2.2). En algunas áreas sólo se producen residuos sólidos asimilables, en otras se pueden generar residuos especiales, peligrosos y radiactivos.

* "Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios".

Figura 2.4: Composición aproximada de REAS [4,10]

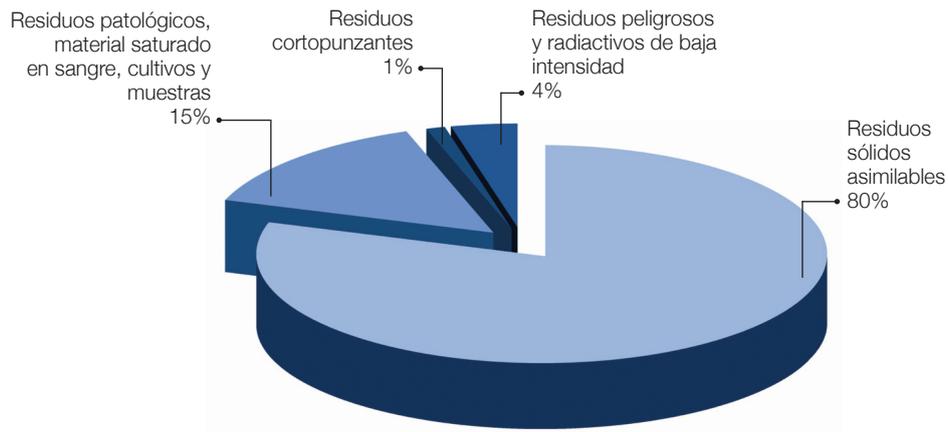


Tabla 2.2: Generación de residuos en Establecimientos de Atención de Salud

Servicio	Residuos especiales	Residuos peligrosos	Residuos radiactivos de baja intensidad	Residuos sólidos asimilables
Medicina interna	●	●		●
Cirugía	●	●		●
Obstetricia y ginecología	●	●		●
Pediatría	●	●		●
Dermatología	●	●		●
Neurología				●
Oftalmología	●	●		●
Otorrinolaringología	●	●		●
Psiquiatría	●			●
Traumatología y ortopedia	●	●		●
Urología	●	●		●
Medicina física y rehabilitación				●
Oncología	●	●	●	●
Unidad de emergencia	●	●		●
Unidad de cuidado intensivo	●	●		●
Laboratorio Clínico	●	●	●	●
Banco de Sangre	●			●
Anatomía Patológica	●	●		●
Radiología	●	●		●
Medicina Nuclear	●	●	●	●
Servicio Dental	●	●		●
Farmacia		●		●
Esterilización		●		●
Servicios Generales		●		●

2.4. Riesgos para la Salud

Los residuos sólidos asimilables no crean mayores peligros sanitarios o de otro género que los residuos sólidos domiciliarios municipales inadecuadamente manejados, sin embargo los residuos especiales, peligrosos o radiactivos, presentan riesgos de diversa índole debido a su contenido de sustancias con efectos tóxicos, objetos cortopunzantes o agentes patógenos, o a su carácter radiactivo, inflamable o corrosivo. El riesgo podría aumentar al mezclarse residuos de distintas categorías debido a una separación inadecuada (véase 4.1.1).

Todas las personas expuestas a residuos especiales, peligrosos o radiactivos están potencialmente en riesgo de sufrir efectos adversos a la salud (enfermedades o lesiones), incluyendo personas que trabajan en Establecimientos de Atención de Salud y personas que manejan estos residuos fuera de dichos establecimientos o están expuestas a los mismos como consecuencia de su mal manejo (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8: Principales personas en situación de riesgo [4,13]

- Personal de salud de atención directa tales como enfermeras y auxiliares de enfermería, personal de laboratorio, mantenimiento y servicios generales.
- Pacientes.
- Trabajadores de servicios de apoyo a los Establecimientos de Atención de Salud tales como lavandería, manejo y transporte de residuos.
- Trabajadores en instalaciones de eliminación de residuos tales como rellenos sanitarios e incineradores.

2.4.1. Residuos especiales

Los residuos especiales pueden contener una gran diversidad de agentes patógenos, aunque no todos pueden transmitirse por contacto a seres humanos [13]. Los organismos pueden entrar al cuerpo a través de heridas o cortes en la piel, mucosas y, en casos infrecuentes, inhalación e ingestión [4,13]; la combinación del número de organismos en el ambiente, su virulencia y la resistencia del individuo, determinarán finalmente si la persona contrae o no una determinada enfermedad (Cuadro 2.9). La existencia de bacterias resistentes a antibióticos y desinfectantes en Establecimientos de Atención de Salud también puede contribuir a los riesgos que pueden presentar los REAS mal manejados [4].

Cuadro 2.9: Cadena de transmisión de la infección

- La presencia de organismos patógenos en los residuos no es condición suficiente para la transmisión de infecciones, además debe existir:
- Un huésped susceptible que es el que va a ser infectado,
- Una puerta de entrada (ojos, piel, vía respiratoria) que permita a este microorganismo ponerse en contacto con el huésped susceptible, y
- El microorganismo patógeno ha de estar en cantidad y virulencia suficientes para podercausar la infección.

Los residuos que representan mayor riesgo para la salud humana son los cultivos de agentes patógenos y el material cortopunzante contaminado [4,13]. Sólo el 1% de los accidentes con cortopunzantes afecta a trabajadores hospitalarios que tienen alguna participación en el manejo de dichos elementos después de su uso clínico [3], no obstante, los residuos cortopunzantes han sido señalados como la causa principal de enfermedades evitables vinculadas con el manejo de REAS [14,15]. Las principales enfermedades de cuidado son las infecciones que pueden ser transmitidas por la introducción subcutánea del agente patógeno; por ejemplo, infecciones virales en la sangre [4,13].

Cuadro 2.10: Transmisión del virus de la hepatitis B, virus de la hepatitis C y el VIH

Estudios epidemiológicos indican que una persona que se lesiona con una aguja utilizada con un paciente infectado tiene un 30%, un 1,8% y un 0,3% de probabilidades de resultar infectada por el virus de la Hepatitis B (VHB), virus de la Hepatitis C (VHC) y el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), respectivamente [16]. La diferencia se explica en parte por la mayor viabilidad de los virus de la hepatitis en el ambiente y por la infectividad inherente de cada agente [3]. El VHB es muy persistente en el aire seco y puede sobrevivir varias semanas sobre una superficie, también es resistente a exposiciones breves a agua hirviendo; el virus puede sobrevivir la exposición a etanol 70% y hasta 10 horas a una temperatura de 60°C. Una dosis infectante del VHB o VHC también puede sobrevivir hasta una semana en una gota de sangre atrapada en una aguja hipodérmica. En contraste, el VIH no sobrevive más de 15 minutos al ser expuesto a etanol 70% y sólo 3-7 días a temperatura ambiente; el virus es inactivado a 56°C [4].

Del total de infecciones anuales por el VHB en Estados Unidos, se ha calculado que el 0,05•0,1% pueden ser atribuibles al contacto con residuos cortopunzantes; en tanto <0,003-0,01% de las infecciones anuales por el VIH pueden relacionarse al contacto con este tipo de residuos [17].

2.4.2. Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos pueden causar efectos tóxicos a través de una exposición aguda o crónica, mediante absorción a través de la piel o las membranas mucosas, o por inhalación o ingestión. El riesgo que corren los trabajadores que manipulan estos residuos obedece a los efectos combinados de la toxicidad de los residuos y la magnitud de la exposición que puede producirse durante su manejo o eliminación.

Especial consideración merecen los restos de medicamentos antineoplásicos no aptos para el uso terapéutico y todo el material desechable que haya estado en contacto con dichos medicamentos, que tienen propiedades carcinogénicas, mutagénicas o teratogénicas, produciendo a su vez efectos locales irritativos, vesicantes o alérgicos [18].

El contacto con residuos inflamables, corrosivos o reactivos puede provocar lesiones a la piel, ojos o membranas mucosas de las vías respiratorias, siendo las lesiones más comunes las quemaduras. Los residuos consistentes o contaminados por desinfectantes son especialmente relevantes porque se utilizan en grandes cantidades y suelen ser corrosivos. [4]

2.4.3. Residuos radiactivos de baja intensidad

Los efectos que pueden causar los residuos radiactivos son determinados por la duración y el tipo de exposición, pudiendo variar desde dolores de cabeza, mareos y vómitos hasta problemas mucho más serios. Debido a que los residuos radiactivos son genotóxicos, también pueden causar daño al material genético. La manipulación de algunas fuentes selladas puede causar graves lesiones tales como la destrucción de tejidos e incluso conducir a la necesidad de amputaciones. [4]

Los riesgos asociados a los residuos radiactivos de baja intensidad pueden originarse de la contaminación de las superficies externas de los contenedores o del almacenamiento inadecuado de los residuos [4]. Si bien es improbable que causen daños de igual magnitud a los referidos anteriormente, la exposición a todos los niveles de radiación se considera vinculada con cierto riesgo, aunque pequeño, de carcinogénesis [13].

2.5. Prevención de Riesgos Laborales

Sin perjuicio de lo establecido en el Decreto Supremo N°40 del 11 de febrero de 1969 del Ministerio del Trabajo, que aprueba el Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales, o en el Decreto Supremo N°594 del 15 de septiembre de 1999 del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, el personal que realiza actividades de recolección, selección, transporte y/o eliminación de residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud debe ser capacitado en relación a los riesgos a los que está expuesto y a las medidas de prevención que deben adoptar.

Los equipos de protección personal no eliminan los riesgos laborales, sino que proporcionan una barrera entre un determinado riesgo y la persona, reduciendo las consecuencias de un posible daño causado por un accidente o enfermedad profesional. Por consiguiente, los elementos de protección personal sólo deben utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitar lo suficiente a través de otras medidas preventivas [19,20,21]. Cualquiera sea el equipo de protección personal que se tenga que utilizar frente a un determinado riesgo, éstos deben ser seleccionados por profesionales especializados [21], y deben ser usados por los trabajadores permanentemente mientras se encuentren expuestos al riesgo. No son elementos de protección personal la ropa de trabajo común y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores [19,20].

Todo trabajador que maneja residuos debe tener acceso a los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir (Cuadro 2.11), los que deben ser provistos por el empleador, y debe recibir el adiestramiento necesario para su correcto empleo. El personal que realiza las funciones de retiro de residuos especiales debe al menos contar con ropa y zapatos de trabajo, y guantes resistentes a desgaste y punción; el personal que realiza lavado de recipientes o contenedores debe además contar con pechera o delantal impermeable y botas de goma de media caña.

Los elementos de protección personal son de uso personal, deben mantenerse en buen estado de limpieza y funcionalidad (si es necesario deben cambiarse por otro nuevo, de acuerdo a su uso y a las indicaciones del supervisor) y deben almacenarse luego de su uso, en un lugar apropiado de fácil acceso y donde se evite su deterioro [19].

La necesidad de uso de elementos de protección personal específicos, cuando corresponda, deberá indicarse claramente por medio de señalización visible y permanente, colocada al menos en los vestidores y en la sala de almacenamiento de residuos.

Cuadro 2.11: Equipos de protección personal recomendados

- Overol de material resistente de uso exclusivo para las operaciones vinculadas con el manejo de residuos.
- Zapatos de trabajo (con puntera de acero cuando haya riesgo de lesiones por golpes o caídas de objetos).
- Botas de goma o PVC de media caña, impermeables, con puntera y plantilla de acero para resistir impactos y pinchaduras en la planta del pie (personal que realiza lavado).
- Guantes de PVC, impermeables, resistentes a cortes y punciones.
- Pechera o delantal de plástico, impermeable, para proporcionar protección contra sustancias corrosivas o atmósferas húmedas.
- Anteojos de seguridad o antiparras (si existe riesgo de proyección de partículas o de exposición a salpicaduras, aerosoles o gases).
- Mascarilla N95 (si existe riesgo de exposición a salpicaduras o aerosoles) o respirador de media cara con filtro químico (si existe riesgo de exposición a gases o vapores de solventes).
- Casco de seguridad (si existe riesgo de impactos).
- Protector facial (si existe riesgo de proyección de partículas).

Todo el personal que realiza actividades de recolección, selección, transporte y/o eliminación de los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud debe ser sometido a una evaluación médica al inicio del empleo, estar vacunado contra la Hepatitis B y estar incluido en los programas de prevención de riesgos biológicos y ergonómicos. El encargado del manejo de los residuos generados en el establecimiento deberá mantener copia de los documentos que acrediten el cumplimiento de ello.

Cualquier trabajador que haya tenido un accidente con exposición a fluidos corporales de alto riesgo biológico debe ser sometido a una evaluación médica y recibir, si corresponde, una profilaxis post-exposición, ello según la Norma Técnica N°48 del Ministerio de Salud, Norma de Manejo Pos-exposición Laboral a Sangre en el Contexto de la Prevención de la Infección por VIH .

Por su alto riesgo, los residuos radiactivos de baja intensidad han de ser manejados por el personal de los servicios en que se ha generado, de acuerdo a la reglamentación específica en la materia, pues éste conoce el peligro que implican y tiene conocimientos en materias de protección radiológica .

Todo accidente asociado al manejo de residuos debe ser informado al responsable del manejo de los residuos del establecimiento, el que en caso de ser necesario informará a la dirección del establecimiento, para que se tomen las acciones correctivas correspondientes.

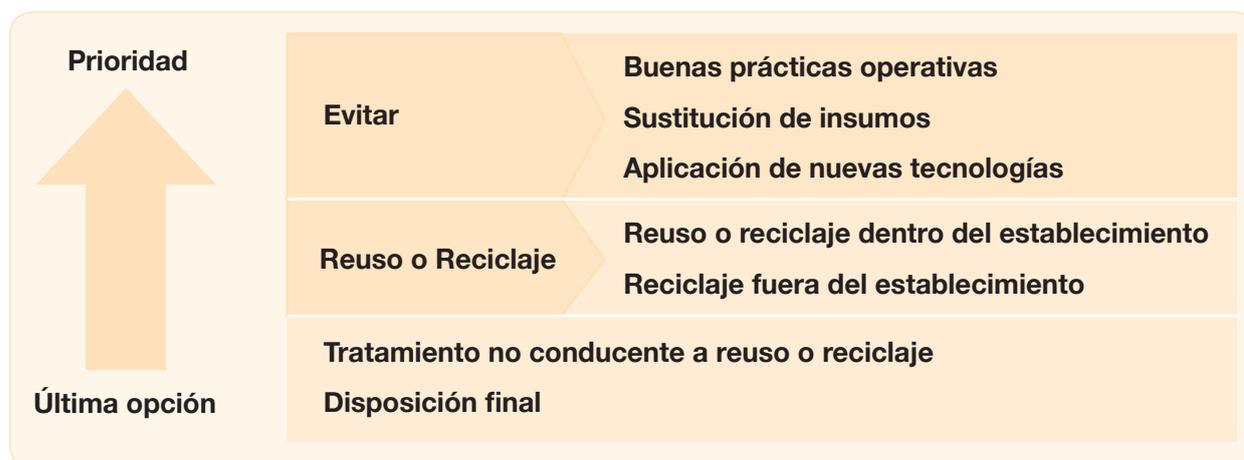


3. MINIMIZACIÓN DE REAS

La alternativa más efectiva para enfrentar la problemática de los residuos de los Establecimientos de Atención de Salud es minimizar su generación a través de acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad y/o peligrosidad de los REAS generados.

En la gestión de los residuos se recomienda aplicar una estrategia jerarquizada, la cual señala la siguiente prioridad: minimizar, tratar, disponer (Figura 3.1). Este orden significa que, desde el punto de vista sanitario-ambiental, así como de rentabilidad en el mediano y largo plazo, la mejor alternativa es prevenir evitando o reduciendo la generación de residuos, o minimizando a través de prácticas de reuso y reciclaje. En segundo lugar, si no es posible minimizar un determinado residuo, se debe buscar su tratamiento con el objetivo de eliminar o reducir su peligrosidad antes de su disposición final. Por último, la disposición final del residuo, mediante su depósito definitivo en el suelo.

Figura 3.1: Esquema de priorización de opciones de gestión de residuos



En relación a la minimización de REAS, la Organización Mundial de la Salud destaca las siguientes prácticas [4]:

- **Reducción en la fuente:** medidas tales como la instauración de una política de compras que asegure la selección de métodos o insumos que desperdicien menos recursos o que generen menos residuos.
- **Insumos reciclables:** uso de materiales que puedan ser reciclados ya sea al interior o fuera de los Establecimientos de Atención de Salud.
- **Buenas prácticas de manejo y control:** aplicadas en particular a la compra y uso de sustancias peligrosas y productos farmacéuticos.
- **Segregación de residuos:** separación de las distintas categorías de residuos (según lo indicado en 4.1.1) a fin de evitar que se mezclen con residuos especiales, peligrosos o radiactivos, otros que no lo sean.



La reducción en la fuente, el componente más importante de la minimización de residuos, hace necesario evaluar los productos que se consumen y adecuar las políticas de compras utilizando los siguientes enfoques [22,23]:

- Buenas prácticas de operación, como la mejora en el control de inventarios (por ejemplo, verificando la fecha de caducidad de los productos en el momento de su entrega por el proveedor o comprando sólo la cantidad de material necesario), recubrir los recipientes que contienen soluciones desinfectantes para prevenir su evaporación, o utilizar la cantidad mínima recomendada de una formulación dada.
- Compra preferencial de productos con menos embalajes.
- Reemplazo de materiales tóxicos o no biodegradables (particularmente productos de limpieza) por otros más convenientes desde la perspectiva sanitario-ambiental y susceptibles de ser utilizados múltiples veces (por ejemplo, usar sustitutos del ácido crómico para la limpieza de material de vidrio en laboratorios, o utilizar un solvente multipropósito para la limpieza de varios equipos, en lugar de solventes diferentes para cada equipo).
- Cambio de tecnologías o de procesos, por ejemplo, sustituyendo termómetros o manómetros de mercurio por instrumentos de medición electrónicos, utilizando prácticas de limpieza mecánica (por ejemplo, limpiar con paños) en lugar de limpieza química cuando tales prácticas no afecten la desinfección, o usando técnicas de laboratorio en microescala.

Las alternativas de minimización deben analizarse desde el punto de vista sanitario y ambiental, así como técnico y económico, para determinar su viabilidad en cada establecimiento. La evaluación de la factibilidad técnica permitirá determinar si la alternativa a implementar requiere cambios en los procedimientos que realiza el establecimiento, establecer cuáles son los recursos materiales necesarios para su implementación, así como las condiciones de operación y funcionamiento de la alternativa. La evaluación de la factibilidad económica permitirá conocer los recursos financieros necesarios para implementar y mantener en funcionamiento la alternativa, comparándola con los ahorros directos e indirectos derivados de la misma. La evaluación de la factibilidad sanitario y ambiental permitirá determinar si la alternativa genera riesgos para quienes se desempeñan en estos establecimientos, sus usuarios y la población en general, y/o efectos adversos al medio ambiente.

Generalmente la adopción de buenas prácticas no necesita un estudio de factibilidad detallado, ya que su implementación no implica más que voluntad de la institución. Caso contrario ocurre con las alternativas que corresponden a estrategias de mejora tecnológica, que si bien es cierto pueden representar mejoramiento ambiental y optimización del servicio, no siempre están al alcance económico del establecimiento.

4. MANEJO DE REAS

El manejo de los REAS comprende una serie de procesos que se inician con su generación, incluyendo al menos su almacenamiento, transporte y eliminación; comprende las operaciones que se realizan al interior del Establecimiento de Atención de Salud, así como aquellas efectuadas fuera del establecimiento y que involucran a empresas de transporte e instalaciones que prestan servicios de eliminación.

El riesgo asociado a los diferentes tipos de residuos condiciona las prácticas operativas internas y externas que se deberán realizar en cada una de las etapas del manejo de los residuos.

4.1. Manejo Interno

El manejo interno comprende al conjunto de operaciones a las que se someten los residuos luego de su generación y que se realizan en el interior del Establecimiento de Atención de Salud, incluyendo la separación en origen, recolección y transporte interno, almacenamiento y, en algunos casos, tratamiento en el lugar.

4.1.1. Separación en origen

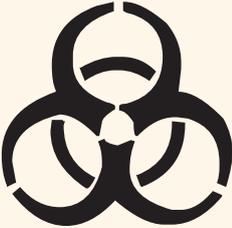
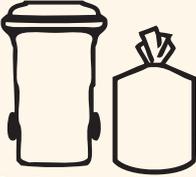
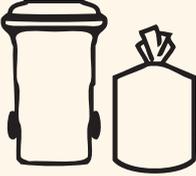
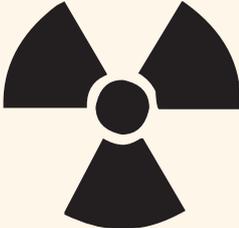
El manejo apropiado de los REAS comienza con su segregación, que consiste en separar y colocar en el contenedor adecuado cada residuo de acuerdo a su categoría: residuos especiales, residuos peligrosos, residuos radiactivos de baja intensidad y residuos sólidos asimilables (Tabla 4.1).

La segregación de los residuos es de suma importancia y una clasificación incorrecta puede ocasionar problemas posteriores [24]. La mezcla de residuos de distintas categorías no sólo eleva considerablemente los costos del manejo, ya que grandes cantidades de residuos requerirán de un tratamiento especial en lugar de sólo una pequeña cantidad, sino que una separación inadecuada puede exponer a riesgos al personal del establecimiento, al personal que se desempeña en el transporte y eliminación de los residuos, y al público en general. Por ejemplo, si la mezcla de un residuo tóxico con un residuo especial se trata con una tecnología sólo destinada a inactivar patógenos, los constituyentes tóxicos serían eliminados sin haber sido tratados adecuadamente con el consiguiente riesgo de contaminación en el sitio en que se dispongan los residuos y la posible exposición de los trabajadores [22]. También se pueden liberar sustancias tóxicas al aire si los residuos que son tratados en autoclave se han mezclado con sustancias peligrosas como el formaldehído [25].

Por lo anterior, la segregación también es esencial para agrupar los residuos de acuerdo con su potencial de reciclado o con el tipo de tratamiento al que se les vaya a someter.

Cada uno de los tipos de residuos debe contar con un recipiente claramente identificado y apropiado. Para mejorar la eficiencia de la segregación de residuos y evitar el uso incorrecto de los distintos contenedores, es recomendable que éstos sean colocados en lugares estratégicos y que el personal sea entrenado y sensibilizado sobre las consecuencias sanitarias, ambientales y económicas de una correcta separación de los residuos.

Tabla 4.1: Segregación según categoría de residuos

Categoría de residuo	Color	Símbolo
Residuos especiales	 Amarillo	
Residuos peligrosos	 Cualquiera excepto amarillo, negro o gris	<p>De acuerdo a la característica de peligrosidad, según la Norma Chilena Oficial NCh2190.Of2003 (véase el Anexo 4)</p>
Residuos radiactivos de baja intensidad	 Cualquiera excepto amarillo, negro o gris	
Residuos sólidos asimilables	 Gris o negro	<p>Ninguno</p>

Los residuos peligrosos sólo se podrán mezclar o poner en contacto entre sí cuando sean de naturaleza similar o compatible. En el Anexo 3 se presenta una tabla de compatibilidades químicas, no obstante, se recomienda consultar las Hojas de Datos de Seguridad de los productos descartados. Esta segregación deberá mantenerse durante todas las etapas de manejo de los residuos hasta su eliminación.

Los residuos radiactivos de baja intensidad deben clasificarse y segregarse en el mismo servicio en que se han generado, según las categorías y forma que establezca la autorización de operación de la instalación otorgada por la autoridad competente. Los residuos radiactivos se pueden segregar según su naturaleza y en correspondencia con las opciones de tratamiento y acondicionamiento disponibles. En general se recomienda una segregación inicial teniendo en cuenta su vida media, separando sólidos y líquidos.

En caso de producirse una mezcla de residuos sólidos asimilables con residuos de otras categorías, ésta deberá manejarse de acuerdo a lo prescrito para el residuo de mayor riesgo. Por su parte el manejo de mezclas de residuos que incluyan dos o más de las siguientes categorías: residuos peligrosos, residuos radiactivos de baja intensidad o residuos especiales, deberá ser realizado considerando las características de riesgo de todos los residuos presentes en ella.

En un establecimiento donde se generen mezclas de residuos radiactivos no susceptibles de separar, se deberá considerar las características del radionucleido que imponga a la mezcla las condiciones más restrictivas.

Con respecto al orden de preponderancia de las características de peligrosidad, se recomienda consultar el Anexo B de la Norma Chilena Oficial NCh382.Of2004, "Sustancias peligrosas - Clasificación general".

4.1.1.1. Contenedores

Cada zona de generación de residuos debe contar con un número adecuado de contenedores según las categorías de residuos que en ella se generan, y de tamaño apropiado a la cantidad prevista de residuos que se generarán y sus respectivas frecuencias de recogida. Los contenedores deben estar perfectamente identificados y marcados, del color correspondiente a la categoría de residuos que se va a depositar en ellos, y deben ubicarse en lugares previamente determinados y debidamente identificados. Todo contenedor que muestre deterioro o problemas en su capacidad de contención y manipulación debe ser reemplazado.

Los contenedores reutilizables o desechables utilizados en Establecimientos de Atención de Salud deben cumplir las especificaciones señaladas en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1: Especificaciones de los contenedores

- Los contenedores de residuos especiales deben ser de color amarillo (Figura 4.1 y Figura 4.2) y los contenedores de residuos sólidos asimilables deben ser de color gris o negro.
- Deben estar contruidos con materiales resistentes a los residuos contenidos, estar diseñados para resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación y ser estancos.
- Los contenedores reutilizables deben ser de material lavable y resistente a la corrosión (por ejemplo de polietileno de alta densidad).
- Deben estar provistos de tapa de cierre ajustado y asas que faciliten su manipulación.
- Deben tener bordes romos y superficies lisas.
- Deben tener un volumen no mayor a 110 litros, en el área de generación.

La capacidad de los contenedores deberá ser tal que una vez llenos puedan ser manipulados por una sola persona cómodamente, sin perjuicio de lo establecido en la Ley N°20.001, del 28 de enero de 2005 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, que regula el peso máximo de carga humana, y su reglamento.

Los contenedores de residuos cortopunzantes (Figura 4.2), deben ser impermeables, rígidos y resistentes a caídas, cortes y punzonamientos (generalmente son de polietileno o polipropileno). Es recomendable que estén provistos de un sistema que impida extraer los objetos descartados. Estos recipientes no deben llenarse más de de su volumen para que puedan ser cerrados de forma segura.

Figura 4.1: Contenedores para residuos especiales



Figura 4.2: Contenedores para residuos cortopunzantes



En el interior de cada contenedor reutilizable se debe colocar una bolsa de plástico (habitualmente de polietileno de alta densidad) de medidas y espesor adecuados al contenedor, generalmente con una capacidad al menos 20% mayor de la capacidad del contenedor. Su extremo superior debe mantenerse doblado hacia el exterior del contenedor (recubriendo los bordes) durante su uso para facilitar su retiro. Las bolsas deben ser de material impermeable, opaco y resistente a los residuos que contienen y a la manipulación. Siempre se deberá respetar los límites de peso de cada bolsa.

Debería existir compatibilidad entre el material de las bolsas y contenedores y el proceso de tratamiento elegido. Por ejemplo, si los residuos serán tratados en autoclave, los plásticos termolábiles como el polietileno permiten la penetración de vapor pero se derriten derramando el contenido; el polipropileno en cambio sí puede resistir la temperatura en el autoclave. Para el caso de incineración deberían emplearse contenedores de plástico no clorados, tales como el polietileno y polipropileno, para evitar la generación de dioxinas y gases ácidos como el cloruro de hidrógeno.

Los contenedores de residuos peligrosos serán, en algunos casos, los mismos que contenían los productos al momento de su compra. En todo caso, deben tener un espesor adecuado y estar contruidos con materiales que sean resistentes al residuo almacenado y a prueba de filtraciones. Además deben estar diseñados para ser capaces de resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados. Sólo se podrán reutilizar contenedores cuando no se trate de residuos peligrosos incompatibles, a menos que hayan sido previamente descontaminados.

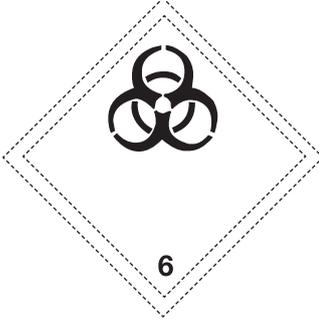
Los residuos radiactivos de baja intensidad deben recolectarse en contenedores adecuados a las características tanto radiológicas como físicas, químicas y biológicas de los productos que contendrán y

deben mantener su integridad para evitar el escape de sustancias radiactivas. Generalmente los residuos sólidos compactables son recogidos en bolsas plásticas transparentes que permiten observar el contenido, y los sólidos no compactables (agujas y otro material cortopunzante) son recolectados en envases rígidos. De cualquier manera, lo anterior debe realizarse en conformidad con la autorización de operación de la instalación, otorgada por la autoridad competente.

4.1.1.2. Etiquetado

Todo contenedor en uso debe llevar una etiqueta perfectamente legible, visible y resistente al lavado que indique el tipo de residuo y lo identifique con la dependencia a la que está prestando servicio (Figura 4.3).

Figura 4.3: Ejemplo de etiqueta para contenedores de REAS

(1) Nombre del establecimiento	HOSPITAL DR. JUANPÉREZ
(2) Nombre del servicio o unidad	CIRUGÍA
(3) Símbolo	
(4) Categoría de residuos	RESIDUOS ESPECIALES
(5) Subcategoría de residuos	PATOLÓGICOS

Los contenedores destinados al almacenamiento de residuos peligrosos deben estar rotulados indicando las características de peligrosidad del residuo contenido de acuerdo a la Norma Chilena Oficial NCh2190. Of2003*, el servicio o unidad en que se originó el residuo, el código de identificación según el Decreto Supremo N°148/2003 del Ministerio de Salud (artículo 90), y la fecha de su ubicación en la sala de almacenamiento (o la fecha de inicio del llenado del contenedor, si corresponde). Esta obligación es exigible desde que tales residuos se almacenen y hasta su eliminación.

* "Transporte de sustancias peligrosas - Distintivos para identificación de riesgos".

Figura 4.4: Ejemplo de etiqueta para contenedores de residuos peligrosos

(1) Nombre del residuo COMPUESTO SÓLIDO DE MERCURIO n.e.p. (Residuos de amalgamas)	
(2) Nombre del establecimiento HOSPITAL DR. JUANPÉREZ	(7) Símbolo 
(3) Nombre del servicio o unidad SERVICIO DENTAL	
(4) Código de identificación A1030	
(6) Fecha de almacenamiento 18/09/08	

Los contenedores destinados al almacenamiento de residuos radiactivos deben marcarse con el símbolo de riesgo radiactivo y con la información señalada en la autorización de operación de la instalación. Todas las indicaciones, incluyendo la actividad del radionucleido en determinada fecha, así como el período de almacenamiento requerido, deben escribirse en letras grandes, visibles a distancia, para evitar el acercamiento del personal encargado.

4.1.2. Recolección y transporte interno

La recolección consiste en trasladar los residuos en forma segura y rápida desde las fuentes de generación hasta la sala de almacenamiento. El retiro y traslado de todos los residuos deberá realizarse a través de un procedimiento de trabajo seguro, tomando todas las medidas necesarias para prevenir derrames.

El retiro de los residuos especiales y de los sólidos asimilables se debe realizar a lo menos un vez al día o cuando se haya completado de la capacidad de los contenedores. Los residuos de otras categorías deben ser removidos de los servicios o zonas de generación de acuerdo con las normas específicas que los rigen.

Al anudar o cerrar las bolsas de residuos, el exceso de aire debe ser eliminado teniendo cuidado de no inhalar o exponerse al flujo de aire producido. Una vez cerradas, las bolsas no deben ser abiertas. Si se produce una mezcla de residuos de distintas categorías, el personal no debe por ningún motivo transferir residuos de un contenedor a otro para corregir el error; la mezcla deberá manejarse según lo indicado en 4.1.1.

Se deben establecer rutas y horarios para el traslado de los residuos en condiciones que minimicen las molestias y los riesgos y que no afecten el buen funcionamiento del establecimiento, teniendo en cuenta especialmente los horarios de alimentación de los pacientes. El horario y la frecuencia de recolección deberán ser conocidos por todo el personal. Es recomendable que los ascensores usados para el traslado de residuos sean limpiados adecuadamente una vez finalizado el transporte y antes de su uso por el personal o usuarios.

Al momento de retirar los residuos se debe sustituir los contenedores usados por contenedores nuevos o aseados, provistos de sus respectivas bolsas nuevas si ello correspondiera.

Cuando sea necesario, es recomendable que el personal tome las bolsas con residuos por arriba y las mantenga alejadas del cuerpo, a fin de evitar posibles accidentes con residuos cortopunzantes mal segregados. En ninguna circunstancia se deberían arrastrar por el suelo los contenedores o las bolsas plásticas.

La recolección se debe realizar en un carro que asegure la estabilidad de los contenedores a transportar, que minimice el ruido, de fácil lavado, y cuyo diseño no obstaculice las operaciones de carga y descarga de los contenedores. Es recomendable que los carros no sean destinados para otro fin. El traslado puede realizarse directamente en los contenedores si éstos están provistos de ruedas y cumplen las condiciones anteriores.

Los contenedores de residuos peligrosos sólo pueden ser movidos manualmente si su peso total incluido el contenido, no excede de 30 kilogramos; si el peso es superior, se deben mover con equipamiento mecánico. El manejo o manipulación manual de contenedores de residuos de las otras categorías debe considerar lo establecido en la Ley N°20.001, del 28 de enero de 2005 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, que regula el peso máximo de carga humana, y su reglamento.

Sólo los residuos sólidos asimilables podrán ser descargados por ductos de gravedad, no obstante, su uso deberá ser evitado ya que las bolsas se pueden abrir o romper. En cualquier caso, para el uso de ductos de gravedad se requerirá de autorización sanitaria.

4.1.3. Almacenamiento

Todo establecimiento que genere REAS debe contar con, al menos, un sitio o sala de almacenamiento final para dichos residuos. Tanto la sala de almacenamiento como su plan de operación deberán ser autorizadas por la Autoridad Sanitaria respectiva.

El sitio de almacenamiento debe estar ubicado y operado de forma tal que se minimicen las molestias y riesgos de contaminación por microorganismos patógenos u otro tipo de contaminantes presentes en los residuos. Su ubicación debe permitir fácil acceso, maniobra y operación del vehículo recolector externo y los carros de recolección interna. La capacidad de la sala o área de almacenamiento deberá ser suficiente para almacenar las diferentes categorías de residuos generados en el establecimiento, considerando el número y tipo de contenedores, y las frecuencias de recolección y de envío a eliminación. Además, la sala de almacenamiento deberá cumplir con las condiciones que se indican en el Cuadro 4.2. Esto último sin perjuicio del cumplimiento de la demás normativa aplicable, como por ejemplo el Decreto Supremo N° 594/1999 del Ministerio de Salud, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, y el Decreto N°47/1992 del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Cuadro 4.2: Características de sala de almacenamiento de residuos

- Incorporar un diseño que permita un trabajo seguro, facilitando el acceso del personal y, cuando corresponda, la maniobra y operación de los carros de recolección interna.
- Contar con sectores separados, debidamente señalizados, para el almacenamiento de residuos especiales, residuos peligrosos y residuos sólidos asimilables.
- Tener puertas de cierre ajustado y provistas de cerrojo que permitan el ingreso y retiro de los residuos.
- Contar con iluminación artificial y ventilación adecuada a los residuos almacenados.
- Contar con ductos de ventilación, ventanas, pasadas de tuberías y otras aberturas similares, protegidos del ingreso de vectores de interés sanitario.
- Tener el piso y paredes revestidos internamente con material liso, resistente, lavable, impermeable y de color claro. El piso con una pendiente mínima de 2% con orientación contraria a la puerta de ingreso y hacia un sumidero conectado al sistema de alcantarillado.
- Cuando se almacenen residuos peligrosos, el área designada para estos efectos debe tener un sistema de contención de fugas o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados, o bien los envases deben ser colocados en contenedores secundarios de tamaño apropiado (Figura 4.5).
- Contar con un área de lavado y desinfección de contenedores dotada de los elementos necesarios para realizar esta actividad.
- Contar con lavamanos suficientes para permitir el aseo del personal que allí se desempeña.

Figura 4.5: Ejemplo de contenedor secundario para fugas



Los residuos deben ser almacenados de manera ordenada y atendiendo los criterios de segregación preestablecidos, y en el caso de residuos peligrosos, sus incompatibilidades químicas.

Los residuos radiactivos deben almacenarse en el mismo servicio en que se han generado, en conformidad con la autorización de operación de la instalación, hasta alcanzar los niveles de exención establecidos por la autoridad competente. Los residuos peligrosos deben almacenarse en sitios que cumplan las condiciones establecidas a este respecto por el Decreto Supremo N°148/2003 del Ministerio de Salud.

La operación de la sala de almacenamiento debe cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- Ingreso restringido a las personas encargadas del manejo de los residuos.
- Disponibilidad permanente de artículos para mantener el aseo de la sala.
- Lavado diario y desinfección semanal (Cuadro 4.3).
- Tener, a lo menos, una persona encargada de la operación y mantenimiento de la misma.
- Disponer de la cantidad de contenedores necesaria para el reemplazo de los contenedores a ser retirados durante la recolección interna.
- Realizar la maniobra de vaciamiento de los contenedores, cuando corresponda, a través de procedimientos de trabajo seguro.
- Los contenedores reutilizables usados deben ser sometidos a un proceso de limpieza y desinfección en el área de lavado, usando para ello agua y detergente, aplicándoles finalmente una solución de cloro 0,5% o equivalente, en cantidad superior al 10% en volumen del contenedor.
- Los residuos especiales deben mantenerse en bolsas cerradas y no pueden ser almacenados por períodos superiores a 72 horas, a menos que se almacenen refrigerados a temperaturas inferiores a 4°C, caso en el que se podrán mantener almacenados hasta por una semana.
- El período de almacenamiento de residuos peligrosos no puede exceder de 6 meses. Sin embargo, en casos justificados, se puede solicitar a la Autoridad Sanitaria una extensión de dicho período hasta por un lapso igual, para lo cual se debe presentar un informe técnico.
- Los residuos peligrosos sólo se podrán poner en contacto entre sí si son de naturaleza similar o compatible (por ejemplo, la mezcla de ácidos y alcoholes puede dar origen a una reacción violenta, fuego, o generar gases inflamables o tóxicos). Los materiales a evitar en cada caso deben ser consultados en las Hojas de Datos de Seguridad respectivas. En el Anexo 3 se presenta una tabla de compatibilidades químicas de carácter referencial.
- Llevar un registro del ingreso y salida de los residuos que incluya la fecha en que se lleva a cabo el envío a eliminación, y la cantidad, en peso o volumen, por categoría de residuos.

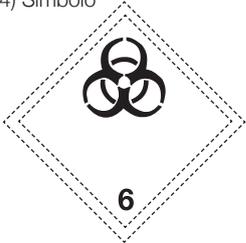
Cuadro 4.3: Limpieza y desinfección de sala de almacenamiento

La sala de almacenamiento de residuos debe ser lavada diariamente al final de la jornada laboral y toda vez que existan derrames. El procedimiento recomendado es el siguiente:

- (1) Retirar los contenedores del almacenamiento.
- (2) Lavar las paredes con agua y detergente utilizando escobillas de arriba hacia abajo.
- (3) Lavar el piso con agua y detergente utilizando escobillones y secar los pisos.
- (4) Desinfectar semanalmente con una solución de cloro al 0,5% (u otra solución desinfectante de efectividad equivalente) las paredes y los pisos.
- (5) Lavar y desinfectar el equipo de limpieza (escobillas, escobillones, entre otros) con una solución de cloro al 0,5% (u otra solución desinfectante de efectividad equivalente).

Es recomendable que las bolsas sean etiquetadas, identificando el servicio o zona de generación de residuos (Figura 4.6).

Figura 4.6: Ejemplo de etiqueta para bolsa de residuos

(1) Nombre del establecimiento HOSPITAL DR. JUAN PÉREZ	(4) Símbolo 
(2) Nombre del servicio o unidad  CIRUGÍA	
(3) Fecha de almacenamiento 18/09/08	

4.1.4. Eliminación en el lugar

La eliminación comprende el conjunto de operaciones mediante las cuales los residuos son tratados y/o dispuestos finalmente mediante su depósito definitivo en el suelo, incluyéndose en estas operaciones aquellas destinadas a su reutilización o reciclaje. El tratamiento comprende todos los procesos destinados a cambiar las características físicas, químicas y/o biológicas de los residuos, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales y/o eliminar su peligrosidad.

La disposición final se realiza generalmente fuera de los Establecimientos de Atención de Salud y la efectúan empresas especializadas en el manejo de residuos, sin embargo, algunos establecimientos por su complejidad y magnitud pueden contar dentro de sus instalaciones con sistemas de tratamiento de residuos. La decisión de tratar los residuos al interior del establecimiento y el método de tratamiento elegido deben determinarse en función del tipo y características de los residuos, eficiencia del método de tratamiento, las condiciones operativas del mismo, y los costos asociados. Algunos aspectos a considerar para la selección de una alternativa apropiada se señalan en el Cuadro 4.4. Cualquiera sea el tratamiento seleccionado, para asegurar su adecuado funcionamiento, la capacitación del personal a cargo de su operación es muy importante.

4.1.4.1. Residuos Especiales

Los procesos usualmente empleados para el tratamiento de residuos especiales se describen en 4.3.1.1.

El autoclavado es la tecnología que generalmente resulta la más apropiada para el tratamiento en el lugar, no sólo porque los costos de inversión y de operación son relativamente bajos, sino también por su sencilla implementación, requiriendo poco espacio, y su presencia en el mercado en diversas capacidades compatibles con los volúmenes de tratamiento típicos demandados.

Los Establecimientos de Atención de Salud que eliminen los residuos especiales generados en el mismo o que den servicios de eliminación de tales residuos a terceros, deberán contar con autorización sanitaria, la que se otorgará una vez aprobado el respectivo proyecto de ingeniería (Cuadro 4.5). Estos establecimientos además, deberán cumplir con las especificaciones indicadas en el Cuadro 4.6. Los residuos especiales que hayan sido sometidos a procesos de tratamiento aprobados por la Autoridad Sanitaria, podrán ser dispuestos conjuntamente con residuos sólidos asimilables en un relleno sanitario.

Cuadro 4.4: Consideraciones para la adquisición de un equipo o sistema de tratamiento de residuos especiales [26]

- (1) ¿El equipo tiene la capacidad para tratar la cantidad de residuos generados en el establecimiento? ¿Tiene una capacidad mayor o menor a la requerida?
- (2) ¿En qué establecimientos ha sido aprobado el equipo para el tratamiento de residuos? ¿Cumple con las normas de emisión vigentes?
- (3) ¿Qué nivel de reducción de bacterias alcanza? ¿Qué indicador biológico se utilizó?
- (4) Metodología del tratamiento y técnicas adicionales necesarias (trituration, aglutinación, etc.)
- (5) ¿Qué duración tiene cada ciclo de tratamiento?
- (6) ¿Para qué tipo de residuo es útil? ¿Para cuál es más aconsejable? ¿Qué tipo de residuos no puede tratar? ¿Cuál residuo o componente físico-químico puede alterar al equipo o al sistema?
- (7) ¿Qué residuos y descargas produce al aire, agua y suelo? ¿Con qué proceso se los controla? ¿Necesitan los residuos del proceso un tratamiento especial o pueden ser dispuestos en un relleno sanitario?
- (8) ¿Qué riesgos para la salud y el ambiente pueden existir por los residuos producidos y en caso de falla en los procesos? ¿Qué medidas de mitigación son necesarias en caso de accidente?
- (9) ¿Qué destrezas y precauciones son necesarias para el correcto funcionamiento?
- (10) ¿Qué tipo de mantenimiento es necesario? ¿Cuáles piezas deben ser cambiadas y con qué intervalo?
- (11) ¿Qué tipo de desinfectante se usa? ¿Qué otros insumos son necesarios? Solicitar hoja de datos de seguridad, indicaciones y normas técnicas.
- (12) ¿Cuál es el consumo energético?
- (13) ¿Cuáles son los costos de operación y mantención?

Sin perjuicio de lo anterior, los residuos especiales consistentes en sangre y sus derivados, podrán ser eliminados a través del sistema de alcantarillado, en conformidad con lo establecido en el Decreto N°609/1998 del Ministerio de Obras Públicas, que establece la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado.

Los establecimientos que por razones justificadas y acreditadas ante la Autoridad Sanitaria correspondiente,

no pueden acceder a instalaciones de eliminación, podrán eliminar los residuos especiales en fosas digestoras previa autorización (Figura 4.7). Es recomendable que estas fosas no tengan más de 2 metros aproximadamente de profundidad, y que la distancia entre el fondo y el nivel freático más alto se determine considerando al menos la permeabilidad del suelo y las características climáticas de la zona. El acceso a la fosa debería estar restringido a las personas encargadas del manejo de los residuos.

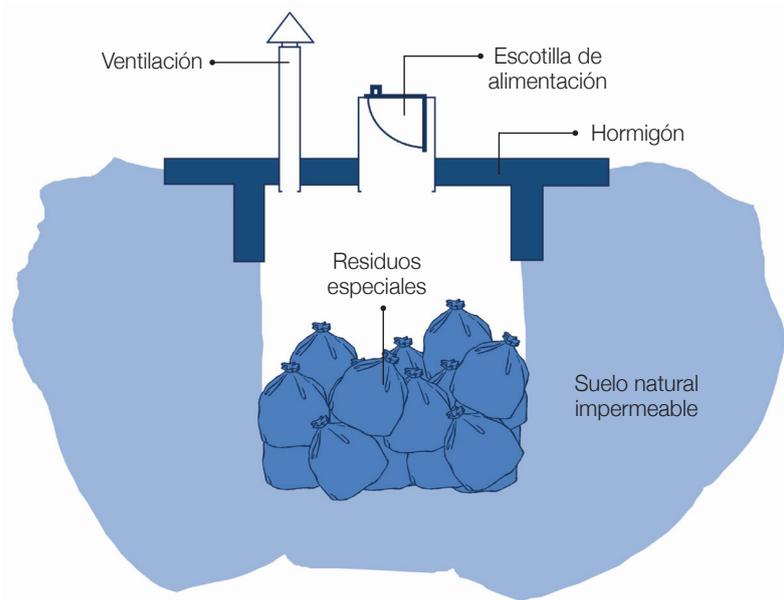
Cuadro 4.5: Proyecto de eliminación de residuos especiales

- Descripción técnica del proyecto.
- Plano de las instalaciones.
- Capacidad de tratamiento de residuos.
- Descripción de las operaciones.
- Almacenamiento de los residuos, si corresponde.
- Planes de operación y mantención.
- Plan de contingencia.

Cuadro 4.6: Especificaciones para instalaciones de eliminación de residuos especiales

- Llevar un registro de origen, categoría, fecha de recepción, fecha de eliminación y cantidad en peso o volumen de los residuos recibidos.
- Llevar un registro de los parámetros relevantes propios de la operación del equipo de eliminación.
- Mantener los registros a disposición de la Autoridad Sanitaria por un período de al menos 2 años.
- Salvo que se cuente con equipos de refrigeración, el almacenamiento de los residuos no debe ser superior a 24 horas.
- Mantener los equipos en condiciones adecuadas de operación.
- Contar con personal capacitado para la correcta operación de la instalación.
- Entregar un informe trimestral a la Autoridad Sanitaria que indique el establecimiento de origen y la cantidad de residuos especiales eliminados.

Figura 4.7: Ejemplo de fosa digestora



4.1.4.2. Residuos Peligrosos

La eliminación de residuos peligrosos deberá cumplir con lo establecido a este respecto en el Decreto Supremo N°148/2003 del Ministerio de Salud. Todo establecimiento que elimine residuos peligrosos deberá contar con la respectiva autorización otorgada por la Autoridad Sanitaria. Es importante observar que está expresamente prohibida toda mezcla de residuos peligrosos con otras sustancias o materiales, cuando dicha mezcla tenga como fin diluir o disminuir su concentración.

4.1.4.3. Residuos Radiactivos de Baja Intensidad

Los residuos contaminados con radionucleidos de vida media muy corta pueden almacenarse en el mismo servicio en que se han generado, conforme a las condiciones establecidas en la autorización de operación respectiva, por el período de tiempo requerido para que su actividad decaiga hasta los niveles de exención establecidos por la autoridad competente. Estos residuos, una vez transcurrido el período de decaimiento, podrán ser dispuestos conforme a su naturaleza a través de los sistemas de alcantarillado, en conformidad con lo establecido en el Decreto N°609/1998 del Ministerio de Obras Públicas, o conjuntamente con residuos sólidos asimilables en un relleno sanitario.

4.2. Recolección y Transporte Externo

Esta actividad implica el retiro de los residuos desde el Establecimiento de Atención de Salud hasta instalaciones de recuperación, tratamiento o disposición final, que cuenten con la debida autorización sanitaria. Se realiza en forma separada según las categorías de los residuos.

4.2.1 Residuos especiales

Sin perjuicio de lo dispuesto en el Decreto Supremo N°298/1994 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que reglamenta el transporte de cargas peligrosas por calles y caminos, los residuos especiales sólo pueden ser transportados por calles y caminos públicos por personas naturales o jurídicas que hayan sido autorizadas por la Autoridad Sanitaria, exceptuando de esto último sólo a generadores que transporten por sí mismos menos de 1 tonelada mensual de residuos especiales.

Para los efectos de lo indicado en el párrafo anterior, la solicitud de autorización respectiva deberá contener la identificación y las características de los vehículos a utilizar, así como la ubicación y las características de las instalaciones del sistema de transporte y de los equipos de limpieza y descontaminación. Además, deberá contemplar un Plan de Contingencias para abordar posibles accidentes que ocurran durante el proceso de transporte.

Los residuos especiales que son sometidos a procesos de tratamiento o desinfección aprobados por la Autoridad Sanitaria, salvo piezas anatómicas reconocibles, pueden ser entregados al servicio de recolección municipal. En el caso de los cortopunzantes, éstos deben estar embalados en contenedores rígidos resistentes a la rotura por acción del material contenido.

Los vehículos empleados para transportar residuos especiales deben ser de uso exclusivo y su caja de carga debe ser completamente cerrada y estanca; su interior debe ser liso, fácilmente lavable y de material impermeable y resistente a la corrosión. Los vehículos deben contar con equipamiento para el control de derrames, consistente a lo menos en material absorbente, desinfectante, bolsas o contenedores, y equipos de protección personal. En el caso de utilizarse contenedores, éstos deben cumplir las siguientes especificaciones: y otra será devuelta al Generador con timbre de recepción de la entidad eliminadora.

4.2.2. Residuos peligrosos

Sin perjuicio de lo dispuesto en el Decreto Supremo N°298/1994 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, el transporte de residuos peligrosos debe realizarse en conformidad con el Título V del Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos (Decreto Supremo N°148/2003 del Ministerio de Salud). Este Reglamento establece que sólo pueden ser transportados por calles y caminos públicos por personas naturales o jurídicas que hayan sido autorizadas por la Autoridad Sanitaria, exceptuando de esto último a generadores que, no estando obligados a presentar Planes de Manejo de Residuos Peligrosos, transporten por sí mismos menos de 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos o 2 toneladas de cualquier otra clase de residuos peligrosos.

No se podrán transportar residuos peligrosos sin que se porten las respectivas Hojas de Datos de Seguridad para Transporte (Figura 4.8). Además, los vehículos, así como el embalaje externo de los residuos, deben portar los rótulos a que se refiere la Norma Chilena Oficial NCh2190.Of2003 (véase el Anexo 4).

* "Sustancias químicas - Hojas de datos de seguridad - Requisitos"

† "Sustancias peligrosas - Parte 6: Clase 6 - Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas".

f No especificado en otra parte.

§ Salvo los residuos de sustancias infecciosas que se puedan identificar (por ejemplo residuos de laboratorio) y que se les asignan los NU 2814 ("sustancia infecciosa para el hombre") o NU 2900 ("sustancia infecciosa únicamente para los animales").

Figura 4.8: Ejemplo de presentación de Hoja de Datos de Seguridad para Transporte

[NOMBRE DEL RESIDUO]		[Distintivo de seguridad según la Norma Chilena Oficial NCh2190.Of2003]
Vigencia desde:		
1. Encabezamiento		
Nombre del establecimiento: Teléfonos de emergencia: Generador: Bomberos: Carabineros: Ambulancia:		
2. Datos relativos al riesgo	3. Nombre del residuo	
Número NU:	Nombre:	
Clase o División de riesgo primario:		
Clase o División de riesgo secundario:		
4. Descripción general		
Estado físico:		
Color:		
Apariencia:		
5. Naturaleza del riesgo		
a) Riesgos más importantes de la sustancia y sus efectos:		
b) Estabilidad y reactividad:		
c) Información toxicológica:		
6. Elementos de protección		
Protección respiratoria:		
Protección de las manos:		
Protección de la vista:		
Protección de la piel y del cuerpo:		
7. Medidas de primeros auxilios		
En caso de:		
a) Inhalación:		
b) Contacto con la piel:		
c) Contacto con los ojos:		
d) Ingestión:		
8. Medios y medidas para combatir el fuego		
Agentes de extinción:		
Agentes de extinción contraindicados:		
a) Medidas especiales para el combate del fuego:		
b) Equipos especiales para el combate del fuego:		
9. Medidas para controlar derrames o fugas		
a) Perímetros de seguridad recomendados:		
b) Precauciones para el medio ambiente:		
c) Métodos de limpieza:		
d) Equipamiento mínimo del transportista:		
10. Información complementaria		



El transporte de residuos peligrosos en cantidades superiores a 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos o 2 toneladas de otros residuos peligrosos, y los Generadores de residuos peligrosos obligados a presentar Planes de Manejo de tales residuos (independiente de las cantidades transportadas), quedan sujetos a un Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos, conforme a lo establecido en el Título VII del Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Los Generadores pueden declarar empleando el Documento de Declaración establecido por la Resolución Exenta N°359 del 23 de junio de 2005 del Ministerio de Salud, o a través del Sistema Electrónico de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (o SIDREP), al cual se puede acceder a través de la página web <http://sidrep.minsal.gov.cl/> mediante el número identificador y la clave de acceso proporcionados por la Autoridad Sanitaria respectiva.

4.2.3. Residuos radiactivos de baja intensidad

Los residuos radiactivos de baja intensidad cuya actividad haya decaído hasta los niveles de exención establecidos por la autoridad competente, pueden ser entregados al servicio de recolección municipal.

Los residuos radiactivos que no puedan ser entregados al servicio de recolección municipal, deben ser transportados por transportistas autorizados en conformidad con el Decreto N°12 del 2 de marzo de 1985 del Ministerio de Minería, que aprueba el reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos.

4.2.4. Residuos sólidos asimilables

Los residuos sólidos asimilables, que representan en promedio el 80% de todos los residuos generados en un Establecimiento de Atención de Salud, pueden ser entregados al servicio de recolección municipal.

4.3. Eliminación Externa

Todos los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud deben ser eliminados en instalaciones que cuenten con la debida Autorización Sanitaria que comprenda tales residuos. Previo al envío de residuos a instalaciones de eliminación operadas por terceros, se recomienda al Generador, identificar para cada uno de los residuos generados, los destinatarios autorizados y contactarlos para solicitarles formalmente la confirmación que su autorización sanitaria les permite recibir los residuos en cuestión.

4.3.1. Residuos especiales

Los residuos especiales pueden ser eliminados a través de autoclavado, incineración, disposición final en rellenos sanitarios especialmente autorizados para tal efecto (en una celda o zanja separada), y otros sistemas de tratamiento respecto de los cuales se haya demostrado eficiencia de destrucción de patógenos en residuos de igual o mayor efectividad que la de los sistemas de tratamiento señalados.

Las instalaciones que den servicios de eliminación de residuos especiales deben contar con autorización sanitaria, la que se otorgará una vez aprobado el respectivo proyecto de ingeniería, que debe incorporar al menos los aspectos señalados en el Cuadro 4.5.

Los residuos especiales deben ingresar al sistema de tratamiento en las instalaciones de eliminación sin que exista manipulación directa de éstos por parte de los trabajadores, debiéndose evitar durante el manejo previo a dicho ingreso la rotura de los contenedores y el derrame de los residuos. Adicionalmente, estas instalaciones deben cumplir con las obligaciones señaladas en el Cuadro 4.6.

Figura 4.9: Etiqueta para Clase 6, División 6.2



4.3.1.1. Tratamiento

Los residuos especiales deben ser tratados a fin de reducir o eliminar los riesgos para la salud. Los tratamientos más usuales son la incineración, la esterilización con autoclaves y la desinfección química o con microondas. Se analizan con mayor detenimiento los métodos de incineración y autoclave, puesto que ambos presentan mejores oportunidades de aplicabilidad en el país.

(a) Autoclavado

Descripción

A nivel internacional se reconoce a la esterilización por autoclavado como una de las mejores tecnologías disponibles para el procesamiento de residuos especiales [27]; a nivel nacional, es considerada el método de esterilización más efectivo, económico y rápido disponible en la actualidad [28]. En el autoclavado se emplea calor húmedo para provocar la inactivación de los microorganismos (por coagulación de las proteínas celulares), manteniendo ciertas condiciones de temperatura y presión por un determinado período de tiempo; la humedad permite reducir la temperatura y tiempos de exposición necesarios en comparación con la utilización de calor seco.

Durante el ciclo de autoclavado se debe mantener una temperatura igual o superior a 121°C y una presión de vapor no inferior a 1 kg/cm (100 kPa), por un tiempo de al menos 60 minutos dependiendo las características de los residuos. Sin perjuicio de esto, la Autoridad Sanitaria puede autorizar la utilización de otras combinaciones de tiempo, temperatura y presión, siempre que se demuestre mediante ensayos que dichas condiciones son equivalentes en lo que a eliminación de microorganismos se refiere. Otras combinaciones que pueden ser suficientes se indican en la Tabla 4.2

Figura 4.10: Ejemplo de equipo de autoclavado



Tabla 4.2: Condiciones de operación de autoclaves

Temperatura	Tiempo	Presión
Autoclave de desplazamiento por gravedad:		
121 °C	60 minutos	1 kg/cm ² (100 kPa)
135 °C	45 minutos	2,2 kg/cm ² (214 kPa)
149 °C	30 minutos	3,7 kg/cm ² (359 kPa)
Autoclave de vacío:		
121 °C	45 minutos	1 kg/cm ² (100 kPa)
135 °C	30 minutos	2,2 kg/cm ² (214 kPa)

Existe una gran variedad de modelos de autoclaves, los que se diferencian en cuanto a operación, tiempos de esterilización y forma de acción. Los autoclaves se clasifican según sistema de operación (manual, semiautomático o automático), suministro de vapor (autoclaves que generan el vapor requerido para su operación o autoclaves que reciben el vapor de una fuente externa) y funcionamiento (desplazamiento por gravedad, con vacío previo, sistema pulsante). A nivel comercial existen equipos con capacidades para tratar cantidades que van desde los 20 kilogramos a más de 1 tonelada por ciclo, por lo que pueden atender las necesidades de un establecimiento pequeño hasta ser utilizadas en instalaciones de eliminación de residuos especiales [27]. También hay sistemas de autoclaves móviles que consisten de un camión-trailer equipado con la cámara de presión del autoclave, y la utilización de una estación de servicio central donde se efectúa el proceso de desinfección.

Secuencialmente el ciclo de esterilización se resume en el Cuadro 4.7.

- (1) Se abre la válvula de admisión de vapor a la camisa precalentando la cámara de esterilización.
- (2) Al terminar de salir el aire de la camisa, se abre la válvula que comunica camisa y cámara permitiendo la entrada de vapor a ésta última.

- (3) Cuando el vapor ocupa totalmente la cámara de esterilización y el termómetro marca la temperatura establecida empieza el ciclo de esterilización, tiempo durante el cual se mantienen la temperatura y la presión al nivel necesario para la esterilización.
- (4) Al terminar el ciclo se permite que el vapor escape y baje la presión a la presión atmosférica.
- (5) Una vez que el vapor ha escapado, se abre la válvula que comunica la camisa con la atmósfera, permitiendo la entrada de aire del exterior. Esta apertura permite el enfriamiento y el secado del material.

Cuadro 4.7: Ciclo de esterilización [28,29]

- (1) Se abre la válvula de admisión de vapor a la camisa precalentando la cámara de esterilización.
- (2) Al terminar de salir el aire de la camisa, se abre la válvula que comunica camisa y cámara permitiendo la entrada de vapor a ésta última.
- (3) Cuando el vapor ocupa totalmente la cámara de esterilización y el termómetro marca la temperatura establecida empieza el ciclo de esterilización, tiempo durante el cual se mantienen la temperatura y la presión al nivel necesario para la esterilización.
- (4) Al terminar el ciclo se permite que el vapor escape y baje la presión a la presión atmosférica.
- (5) Una vez que el vapor ha escapado, se abre la válvula que comunica la camisa con la atmósfera, permitiendo la entrada de aire del exterior. Esta apertura permite el enfriamiento y el secado del material.

En los autoclaves de desplazamiento por gravedad, o gravitacional, que son los primeros modelos fabricados, el vapor ingresa y desplaza el aire por gravedad (el aire frío es más denso y tiende a salir por un conducto colocado en la parte inferior de la cámara de esterilización cuando el vapor es admitido); en estos equipos el tiempo de penetración del vapor en la carga es prolongado porque se favorece la permanencia residual del aire y por lo tanto los tiempos de esterilización también son mayores [28,29].

Los autoclaves con vacío previo, o pre-vacío, operan en forma similar a los de desplazamiento por gravedad, pero el aire es retirado por medio de vacío antes de la entrada de vapor [27]. La ventaja de este sistema es que la penetración del vapor es prácticamente instantánea, posibilitando que la carga se pueda exponer por corto tiempo a altas temperaturas. Con este método los períodos de esterilización son menores debido a la rápida remoción del aire tanto de la cámara como de la carga y la mayor temperatura a que es posible exponer los materiales [28].

Los autoclaves de sistema pulsante son diseñados con un sistema de pulsos para crear una condición dinámica (tipo corrientes de vapor) en la cámara de esterilización y, por consiguiente, facilitar la penetración del vapor en la carga. Un pulso (o una inyección de vapor), puede definirse como el proceso de aumento de la presión de vapor del esterilizador a partir de una presión establecida o base, seguida por un periodo de mínima presión hasta el pulso siguiente. Existen tres tipos de sistemas pulsantes empleados en la actualidad [28]:

- **Presión por gravedad:** El sistema opera con fluctuaciones positivas de presión. Tan pronto como la temperatura en la cámara alcanza un nivel preestablecido, la presión retorna a ser cercana a la atmosférica. Generalmente se emplean 10 pulsaciones con la cual la carga es expuesta a 132,5°C de temperatura del vapor por un corto período. El ciclo total de esterilización es más corto que en el equipo de desplazamiento por gravedad.
- **Pulsaciones de vacío:** Este sistema opera con presiones negativas o fluctuaciones de vacío. Se emplean normalmente dos pulsaciones al comienzo del ciclo con lo que la presión del vapor alcanza 2,1 kg/cm (207 kPa) por un tiempo corto de exposición de 133,5°C a 135°C. El tiempo total del ciclo es menor que en el equipo de desplazamiento por gravedad. El autoclave debe estar equipado con una bomba de vacío y los controles correspondientes.
- **Presión y vacío:** Este es un sistema mixto con etapas de presión positiva y etapas de vacío. Opera con un vacío predeterminado. Si éste se logra a la tercera pulsación el sistema omite el próximo pulso y expone la carga a una temperatura de 141°C. El resultado es que se utilizan menores tiempos en cada ciclo.

Los autoclaves convencionales son estáticos, lo que provoca que en el interior de las cámara de esterilización se puedan formar “bolsas de aire”, en éstas las temperaturas en ocasiones no llegan a las adecuadas, sin embargo existen equipos rotativos que efectúan el mismo proceso que además de homogenizar los residuos, evitan que se formen tales bolsas [30].

Ventajas [27,30]

- Es una tecnología probada y aceptada, con amplia información sobre su aplicación en el tratamiento de residuos especiales.
- Existen equipos para un amplio rango de capacidades.
- Costos de inversión y operación relativamente bajos.
- Fácil operación.

Desventajas [27,30,31]

- Riesgos de quemaduras en caso de mala operación.
- Se requiere de equipamiento adicional para el suministro de vapor.
- Puede generar aerosoles conteniendo sustancias químicas y agentes patógenos.
- No reduce significativamente el volumen de los residuos.
- Los residuos permanecen reconocibles después del tratamiento, por lo que pueden ser necesaria una etapa posterior en la que los residuos sean triturados antes de su disposición final (reduciendo además su volumen).

Aspectos técnico-operativos

Los factores que inciden en la eficacia del tratamiento de residuos especiales incluyen: la temperatura y presión de operación del autoclave; duración del tratamiento; penetración del vapor; tamaño y orientación de la carga de residuos al interior del autoclave; composición y embalaje de los residuos [31]. A una temperatura establecida, la duración del tratamiento es la variable que determina la conducción del calor y penetración del vapor hasta el centro de los residuos. La Organización Mundial de la Salud señala que un ciclo de 60 minutos a 121°C y 1 kg/cm (100 kPa) permite inactivar todos los microorganismos vegetativos y la mayoría de las esporas bacterianas de una cantidad pequeña de residuos (5 a 8 kilogramos) [4]. Además, debido a que la eficacia del proceso depende del nivel de contacto entre el vapor y la superficie del residuo, dicha Organización recomienda controlar el nivel de llenado de la cámara de esterilización, señalando que las condiciones de operación óptimas se logran cuando los residuos se trituran previamente y la cámara se llena sólo hasta la mitad de su capacidad. Similarmente, se ha señalado que puede ser más efectivo tratar una cantidad de residuos en dos cargas pequeñas, en lugar de una sola [32]. También se recomienda destapar los envases de plástico para que el tratamiento sea efectivo pues éstos impiden la penetración de vapor.

El autoclavado no es un tratamiento adecuado para residuos peligrosos o radiactivos, por lo que se requiere de una correcta segregación en la generación. Si se introducen sustancias tóxicas como formaldehído, fenol, mercurio o medicamentos citotóxicos, éstos se pueden liberar al ambiente vía aire, agua o residuos remanentes. El autoclavado tampoco es un tratamiento apropiado para ciertos residuos patológicos o residuos de animales cuya densidad puede impedir un tratamiento adecuado (piezas anatómicas, cadáveres o partes de animales) [4,31]; estos residuos dificultan la penetración de vapor y requieren un tiempo más largo de tratamiento [32].

Si los residuos están contenidos en bolsas de plástico termolábiles, el bulto debe colocarse al interior de otra bolsa o contenedor termoresistente, que además permita la penetración de vapor.

El tratamiento mediante autoclave puede no alterar la apariencia visible de los residuos, por lo cual puede ser necesario distinguir los residuos tratados de los no tratados mediante la remoción de etiquetas de advertencia de riesgo biológico de los contenedores tratados o etiquetándolos como “esterilizados en autoclave” o “esterilizados” [13]. Para estos efectos también se pueden emplear indicadores químicos en cada envase o recipiente, que muestren la exposición al proceso de esterilización por medio de cambios de color.

Las instalaciones que efectúen este tipo de tratamiento deben llevar un registro continuo de la temperatura, presión y duración de los ciclos de autoclavado, y efectuar los controles establecidos en el Reglamento sobre **Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud**. Se recomienda realizar al menos mensualmente un ensayo que demuestre una reducción de $4 \cdot \log 10$ (99,99%) de *Bacillus stearothermophilus* (o *Geobacillus stearothermophilus*) en las condiciones autorizadas de operación del equipo [33,34].

Los autoclaves que generan el vapor requerido para su operación deben reunir las condiciones generales de construcción, instalación, mantención, operación y seguridad establecidas en el Decreto Supremo N°48 del 24 de febrero de 1984 del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor. Los autoclaves que reciben el vapor de una fuente externa se deben someter a las inspecciones y a las pruebas prescritas en dicho Reglamento.

(b) Desinfección por microondas

Descripción

Sistema de desinfección basado en la trituración de los residuos y posterior calentamiento interno de la masa triturada mediante la aportación de microondas (radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia, 2.450 MHz, y longitud de onda de 12,24 cm). Durante el proceso de trituración se añade agua que, gracias a la acción de las microondas se calienta y convierte en vapor que humedece la masa de residuos (elevando su humedad de 50% a 60% hasta 90% aproximadamente [30]) contribuyendo a su desinfección. Para asegurar la desinfección del residuo, se deben alcanzar, durante 25 minutos, temperaturas de 100°C en el interior de la cámara de tratamiento [35].

Para evitar posibles accidentes, la carga de residuo se introduce mediante un mecanismo automático. Asimismo, la cámara de espera previa a la trituración está herméticamente cerrada y se purga con vapor antes de alimentarla, todo ello con la finalidad de evitar emisiones no deseadas de agentes patógenos. Una vez triturado el material resultante, se traslada a la cámara de tratamiento mediante una cinta transportadora, cuya velocidad se regula para que el tiempo de residencia del residuo sea de 25 minutos. La cámara de tratamiento está diseñada de tal manera que gracias al efecto de reflexión de las ondas la energía aportada puede reducirse en lo posible. Finalmente el material tratado es depositado en una cámara de retención a 95 °C durante un cierto tiempo.

Figura 4.11: Ejemplo de equipo de microondas



Ventajas [27,30]

- Bajo riesgo en su operación.
- No usa productos químicos.
- Deja los residuos irreconocibles.
- Olor y niveles de ruido muy reducidos.
- Reduce el volumen de los residuos en un 60%.
- Sistemas relativamente compactos que requieren poco espacio.

Desventajas [27,30,35]

- Se requiere de personal capacitado.
- Altos costos de inversión y mantenimiento.
- El costo unitario de tratamiento es superior al del autoclavado.
- Problemas mecánicos en la trituración previa.
- No se elimina todo el espectro de patógenos presentes en los residuos.
- Posible liberación de radiaciones y emisión de aerosoles conteniendo sustancias orgánicas peligrosas.
- No es apropiado para residuos cortopunzantes, ni residuos que contengan componentes metálicas.
- Se sabe que la absorción de las microondas dependen de la naturaleza del residuo y su humedad, pero no se puede determinar si la humedad alcanzada en toda la masa del residuo es la adecuada.

Aspectos técnico-operativos

La desinfección de elementos metálicos es muy problemática debido a que las microondas, en lugar de penetrar en estos objetos, experimentan fenómenos de reflexión que incluso pueden llegar a dañar al propio generador de las microondas. De hecho la proporción de objetos metálicos en cada carga está limitada por los fabricantes a un máximo del 1% [35].

La desinfección no alcanza a todas las partes del aparato. Como la trituración se produce con anterioridad a la desinfección, en la zona donde se efectúa la trituración se produce una acumulación progresiva de agentes infecciosos que puede resultar peligrosa al realizar las operaciones de reparación y mantenimiento, así como constituir una posible fuente de emisión de este tipo de agentes [35].

En general el impacto ambiental que ofrece este tratamiento es relativamente bajo, sin embargo posee complejidad operativa: requiere de un triturador y de una batería de generadores de microondas, de un elevador, de un transportador sin fin, y de altas demandas de energía eléctrica (60 kW para tratar 100 kg/h de residuos) [30].

(c) Desinfección química

Descripción

La desinfección química consiste, básicamente, en la destrucción de patógenos a través del contacto de los residuos con un desinfectante de amplio espectro. Esta tecnología es útil para Establecimientos de Atención de Salud cuya generación diaria de residuos especiales no excede de 50 kilogramos [26].

Los residuos se depositan en un recipiente donde son mezclados con el desinfectante líquido, posteriormente, luego de un periodo de contacto con el agente químico, éstos son retirados y escurridos para luego ser transportados a un relleno sanitario [26,30].

Ventajas [27,36]

- Bajo costo.
- Puede realizarse en la fuente de generación.

Desventajas [27,36,37]

- Puede ser ineficaz contra patógenos que son resistentes a un químico determinado.
- Generalmente se usan sustancias peligrosas que requieren cuidados especiales para su manipulación.
- Se generan residuos líquidos que pueden requerir tratamiento previo al vertido.
- Es necesario acondicionar los residuos antes del proceso.
- Se requiere tiempo de contacto entre el residuo y el agente químico.
- No hay reducción del volumen de residuos; el volumen puede aumentar.
- Las probabilidades de desinfectar el interior de una aguja son muy bajas.

Aspectos técnico-operativos

Si bien este tipo de tratamiento es más apropiado para líquidos, es también utilizado para tratar residuos sólidos.

La eficacia del tratamiento depende del tipo de patógenos a inactivar o desinfectar, del grado de contaminación, de la cantidad de material proteínico presente, del tipo de producto químico a utilizar y de su concentración, del tiempo de contacto y de otros factores como son la temperatura, pH y grado de agitación requerido [26,30].

Los principales desinfectantes pueden verse en la Tabla 4.3. Las condiciones de uso apropiados deben determinarse teniendo en cuenta la identidad de los organismos que deben tratarse y las características de los residuos. Los desinfectantes deben utilizarse conforme a las concentraciones y al tiempo de contacto recomendados por los fabricantes. El agente químico seleccionado debe ser compatible con otras sustancias o materiales que puedan estar presentes en la carga de residuos, de modo que no se reduzca su eficiencia, y también para evitar la formación o liberación de productos tóxicos o peligrosos [13].

Para la desinfección de cortopunzantes, excepto agujas, se usa hipoclorito de sodio en una concentración que varía del 0,25 al 2,5 %, de acuerdo a la cantidad de sangre presente. Esta solución se debe colocar al final en el contenedor de almacenamiento de estos residuos, cubriéndolos completamente. La solución debe ser fresca, es decir con menos de 24 horas de preparación, y debe permanecer en contacto con los objetos a desinfectar por lo menos 20 minutos. [26]

Tabla 4.3.: Desinfectantes Químicos (26)

Producto	Vida útil	Contacto mínimo (minutos)	Riesgos	Precauciones
Alcohol: Alcohol 70%	Años.	3	Inflamable.	No diluir en agua. Daña plásticos.
Aldehídos: Glutaraldehído 2-5% Formaldehído 0,5-4% Formaldehído 30-56%	14 días luego de la preparación.	15-60	Explosivo. Irritante. Posible cancerígeno.	Se inactiva por material orgánico.
Clorhexidina: Clorhexidina 0,5-4%	24 horas, en contacto con luz y aire — 3 meses, diluido — 12 meses, solución original.	2-30	Irritante. Alergia.	Se inactiva por jabones, sangre y material orgánico.
Cloro: Hipoclorito de sodio 1-10%	24 horas, en contacto con la luz y el aire — 6 meses, sellado y protegido de la luz.	20	Irritante. En contacto con ácidos produce gases tóxicos.	Corrosivo. Daña pisos y paredes. Fotosensible. Se inactiva por material orgánico.
Fenoles: Cresol 3-6% Hexaclorofenol 0,2-3%	6-12 meses — 5 años, sellado y protegido de la luz.	10	Puede causar convulsiones y daño neurológico.	Daña plásticos y caucho. Se inactiva con la sangre. Fotosensible.
Peróxido de hidrógeno	24 horas, diluido — 2 años, sellado.	10	Oxidante y explosivo en el calor. Irritante.	No mezclar con otros desinfectantes.

(d) Incineración

Descripción

La incineración es un proceso en el cual los residuos son quemados bajo condiciones controladas a altas temperaturas, produciéndose la oxidación de los compuestos orgánicos a CO_2 , agua y otros productos secundarios de reacción. Los componentes inorgánicos se mineralizan y convierten en cenizas, a menos que pasen a formar parte del gas de combustión.

La incineración de residuos especiales debe realizarse en un horno de doble cámara. En la primera cámara se produce la ignición de los residuos, volatilización de la humedad, vaporización de la materia volátil y la combustión del carbono fijo [38]; los gases y humos generados pasan a la segunda cámara de post-combustión. En ambas cámaras se deben alcanzar temperaturas mínimas de operación de 850°C ; además, el tiempo de retención de los gases en la cámara secundaria no debe ser inferior a 1 segundo. Para evitar la formación de escoria en la cámara primaria se recomienda que la temperatura no supere 980°C , mientras que la temperatura en la cámara secundaria no debería superar 1.200°C para evitar daños al material refractario y ahorrar combustible auxiliar [38].

Los equipos empleados para la incineración de residuos especiales varían según los sistemas de distribución de aire, alimentación de residuos y descarga de cenizas [38]. En las unidades pequeñas, el residuo se vierte intermitentemente a la cámara primaria, pero la ceniza no se elimina hasta que la cantidad acumulada interfiere con el funcionamiento normal. En las unidades más grandes la ceniza se elimina continuamente. En ambos tipos, las cámaras de combustión secundarias calientan aún más los gases de combustión de la primera cámara para destruir los compuestos presentes en el gas de combustión [39].

Existen dos formas distintas de funcionamiento para los sistemas de incineración: oxidante (140 a 200% de exceso de aire respecto de la cantidad estequiométrica) y pirolítica (30 a 80% de la cantidad estequiométrica) [38]. Estas se aplican sólo a la primera etapa de la combustión, ya que se requiere la oxidación completa de los gases de combustión para hacerlos aptos para su liberación a la atmósfera.

El horno de aire controlado de dos cámaras opera frecuentemente bajo pirólisis en la primera cámara para reducir la velocidad del gas y, por lo tanto, reducir el arrastre de partículas con el vapor. Los gases de la cámara pirolítica, quemados parcialmente y compuestos principalmente por CO y algo de H_2 , se calientan y oxidan en la segunda cámara hasta CO_2 y vapor de agua. El aire en exceso se usa también en los incineradores para controlar la temperatura, ya que es capaz de absorber el calor de la reacción de combustión [39]. Por otro lado, controlar el aire bajo niveles estequiométricos en la cámara primaria mantiene la temperatura bajo el punto de fusión de la mayoría de los metales, vidrio y otros componentes no combustibles, minimizando así la formación de escoria [38].

Si los residuos tienen un poder calorífico bajo se deben utilizar combustibles convencionales para llevar el residuo hasta una temperatura donde se pueda producir la oxidación rápida de su fracción orgánica; si los residuos tienen poder calorífico lo bastante grande como para mantener la combustión, el empleo de combustible auxiliar para su ignición es suficiente [39]. Al respecto, el

Figura 4.12.: Ejemplo de incinerador



Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud establece que los incineradores que den tratamiento a residuos especiales deben necesariamente contar con quemadores de combustible auxiliar.

Según el tipo de incinerador que se utilice pueden lograrse los siguientes objetivos [13]:

- Destrucción de agentes patógenos.
- Reducción, en la mayor medida posible, de los riesgos y del potencial de contaminación.
- Reducción de la cantidad de residuos a disponer.
- Utilización del calor liberado. Ventajas [13,27,30]
- Es una tecnología demostrada y disponible comercialmente.
- Reduce el volumen de los residuos en un 90%.
- Destruye todo tipo de materia orgánica, incluyendo patógenos.
- No hay necesidad de acondicionar los residuos previamente al proceso.
- Posibilidad de recuperación de energía.
- Deja irreconocible los residuos. Desventajas [27,30]

- Requiere de personal altamente capacitado para su operación y mantenimiento.
- Altos costos de inversión, operación y mantenimiento.
- Potencial generador de emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera.

Aspectos técnico-operativos

La eficiencia del proceso de incineración es determinada por varios parámetros, incluyendo temperatura, niveles de presión negativa, niveles de oxígeno, características de los residuos, y cantidad de residuos introducidos al incinerador [31].

Los residuos generados en establecimientos de atención de salud tienen un poder calorífico variable entre 550 kcal/kg (principalmente residuos anatómicos con elevado contenido de humedad) y 11.100 kcal/kg (residuos con bajo contenido de humedad y alto contenido de plásticos tales como polietileno) [40]. La Organización Mundial de la Salud [4] ha señalado que el tratamiento de residuos en un incinerador de doble cámara es factible, a costo razonable, si:

- El poder calorífico inferior de los residuos es superior a 3.500 kcal/kg.
- Los residuos tienen una humedad inferior a 30%.
- El contenido de materia combustible es superior a 60%.
- El contenido de sólidos no combustibles es inferior a 5%.

La utilización de un combustible auxiliar adecuado puede contrarrestar un porcentaje de humedad algo elevado o un poder calorífico deficiente.

La composición de los residuos, en particular su contenido de metales y plásticos, es relevante debido a su impacto en las emisiones de contaminantes atmosféricos. Los metales que se volatilizan en la primera cámara (por ejemplo, mercurio, cadmio y arsénico) pueden ser emitidos como óxidos metálicos. Los plásticos halogenados (como el cloruro de polivinilo o PVC) producen gases ácidos tales como cloruro de hidrógeno. La presencia de residuos clorados también puede contribuir a la formación de contaminantes tales como dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados [40].

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ha reportado que el contenido de plásticos en los residuos generados en Establecimientos de Atención de Salud puede variar entre 10% y 30% aproximadamente [40]; por su parte, la Organización Mundial de la Salud ha informado sobre estudios que reportan hasta un 50% de plásticos [4]. Los metales pueden provenir de materiales de servicios de radiología (plomo), estabilizantes (plomo, cadmio, bario) y pigmentos (cromo, cadmio) para plásticos, y baterías (níquel, cadmio); al respecto, se ha informado sobre establecimientos con contenidos importantes de plomo y cadmio en las cenizas del incinerador [40]. Por esto, la segregación adecuada de los residuos es fundamental para asegurar su correcta eliminación. Por otro lado, debe tenerse presente que la eliminación de residuos peligrosos mediante incineración está regulada por el Título VI del D.S. N°148/03 del Ministerio de Salud.

En conformidad con la “Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración de Residuos” (Decreto Supremo N°45, del 5 de marzo de 2007, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia), la incineración

de todo tipo de residuos, salvo la incineración de cadáveres humanos en crematorios, debe cumplir los límites máximos que se indican en la Tabla 4.4 siguiente, debiendo las instalaciones someterse a mediciones anuales y contar con un sistema de medición de tipo continuo, en la chimenea de evacuación de gases de combustión, de material particulado, CO, SO, NOx, O y temperatura.

Las instalaciones de eliminación reguladas por el Decreto Supremo N°45 deben además monitorear el funcionamiento de los equipos de control de emisiones. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ha señalado que los parámetros de operación pertinentes para los lavadores de gases son la temperatura y presión de operación, pérdida de presión, caudal y pH de la solución de lavado; para los filtros de manga los parámetros de interés son la pérdida de presión y la temperatura de operación [31].

Tabla 4.4.: Límites de emisión

Contaminante	Valor límite de emisión ^{a/}
Material particulado	30 mg/Nm ³
Dióxido de azufre (SO ₂)	50 mg/Nm ³
Óxidos de nitrógeno (NOx)	300 mg/Nm ³
Carbono orgánico total	20 mg/Nm ³
Monóxido de carbono (CO)	50 mg/Nm ³
Cadmio y sus compuestos, expresado como cadmio (Cd)	0,1 mg/Nm ³
Mercurio y sus compuestos, expresado como mercurio (Hg)	0,1 mg/Nm ³
Berilio y sus compuestos, expresado como berilio (Be)	0,1 mg/Nm ³
Plomo y sus compuestos, expresado como plomo (Pb) + Zinc y sus compuestos, expresado como zinc (Zn)	1 mg/Nm ³
Arsénico y sus compuestos, expresado como arsénico (As) + Cobalto y sus compuestos, expresado como cobalto (Co) + Níquel y sus compuestos, expresado como níquel (Ni) + Selenio y sus compuestos, expresado como selenio (Se) + Telurio y sus compuestos, expresado como telurio (Te)	1 mg/Nm ³
Antimonio y sus compuestos, expresado como antimonio (Sb) + Cromo y sus compuestos, expresado como cromo (Cr) + Manganeso y sus compuestos, expresado como manganeso (Mn) + Vanadio y sus compuestos, expresado como vanadio (V)	5 mg/Nm ³
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos, expresados como HCl	20 mg/Nm ³
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos, expresados como HF	2 mg/Nm ³
Benceno	5 mg/Nm ³
Dioxinas y furanos ^{b/}	0,2 ng TEQ/Nm ³

^{a/} Valores límites de emisión referidos a un 3% de oxígeno en los gases emitidos, excepto cuando se incineran residuos en estado sólido (solos o combinados con residuos en estado líquido o gaseoso) en cuyo caso los valores están referidos a un 11% de oxígeno en los gases.

^{b/} Suma de dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF) expresada en equivalentes tóxicos de la Organización Mundial de la Salud (TEQ), utilizando los factores de equivalencia de toxicidad de la misma organización (TEF) de la Tabla 4.5.

Tabla 4.5: Factores de equivalencia de toxicidad (TEF) [41]

Compuesto	TEF
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01
OCDD	0,0003
2,3,7,8-TCDF	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,03
2,3,4,7,8-PeCDF	0,3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01
OCDF	0,0003

4.3.1.2. Disposición final de residuos especiales

La disposición final es el procedimiento de eliminación de residuos sólidos mediante su depósito definitivo en el suelo.

Un relleno sanitario es toda instalación de eliminación de residuos sólidos en la cual se disponen residuos sólidos domiciliarios y asimilables, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos para la salud y la seguridad de la población y daños para el medio ambiente, en la cual las basuras son compactadas en capas al mínimo volumen practicable y son cubiertas diariamente, cumpliendo con las disposiciones del Decreto Supremo N°189, del 18 de agosto de 2005, del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios.

Sin perjuicio de lo establecido en el Decreto Supremo N°189/2005 del Ministerio de Salud, los residuos especiales sólo pueden ser eliminados en rellenos sanitarios especialmente autorizados para dichos efectos. Para ello estas instalaciones deben cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- Debe existir una celda o zanja separada en donde sólo se dispongan residuos especiales (en ningún caso se pueden disponer estos residuos en el frente de trabajo en donde se descarguen los residuos domiciliarios).

- El recubrimiento de los residuos especiales debe ser inmediato a su descarga.
- Los residuos especiales, previo a su recubrimiento, no deben someterse a compactación.

Los establecimientos que por razones justificadas y acreditadas ante la Autoridad Sanitaria correspondiente no pueden acceder a instalaciones de eliminación autorizadas, podrán eliminar los residuos especiales en el cementerio local a través de fosas comunes o crematorios, previa autorización.

4.3.2. Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos podrán someterse a las operaciones que se señalan a continuación:

- (A) Operaciones que no conducen a la recuperación de recursos, el reciclaje, la regeneración, el reuso u otros usos:
- Rellenos de seguridad
 - Incineración.
 - Tratamiento físico químico (por ejemplo evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etc.) que de lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante operaciones que no pueden conducir a la recuperación de recursos.
 - Tratamiento biológico que de lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante operaciones que no pueden conducir a la recuperación de recursos.
 - Almacenamiento de residuos por períodos prolongados.
- (B) Operaciones que sí conducen a la recuperación de recursos, el reciclaje, la regeneración, el reuso u otros usos:
- Utilización como combustible (que no sea la incineración directa) u otros medios de generar energía.
 - Recuperación de solventes y otras sustancias orgánicas.
 - Recuperación de metales, compuestos metálicos y otras materias inorgánicas.
 - Regeneración de ácidos o bases.
 - Recuperación de aceites usados.

Los residuos peligrosos deberán eliminarse en instalaciones que cuenten con la debida autorización sanitaria que comprenda los residuos a eliminar.



4.3.3. Residuos radiactivos de baja intensidad

Los residuos radiactivos que no puedan ser almacenados para su decaimiento, deben ser gestionados por la Comisión Chilena de Energía Nuclear, de acuerdo a lo señalado en la reglamentación vigente.

4.3.4. Residuos sólidos asimilables

Los residuos sólidos asimilables pueden ser dispuestos en un relleno sanitario cuyo funcionamiento haya sido autorizado conforme al Decreto Supremo N°189, del 18 de agosto de 2005, del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios.

Además, determinadas fracciones de residuos, dependiendo de su composición y características, pueden ser eventualmente reciclados, como por ejemplo, papeles blancos no contaminados.

5. PLAN DE MANEJO DE REAS

El Plan de Manejo de REAS describe los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para dar cumplimiento al **Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud** y lograr que el manejo interno y la eliminación de los REAS se hagan con el menor riesgo posible.

5.1. Establecimientos Sujetos a Presentar un Plan de Manejo de REAS

Todo Establecimiento de Atención de Salud que genere mensualmente más de 1 tonelada de residuos especiales deberá presentar ante la Autoridad Sanitaria respectiva un Plan de Manejo de REAS, dentro del plazo de 6 meses contados desde su inicio de actividades o desde la entrada en vigencia del Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud.

Si bien la obligación de presentar un Plan de Manejo de REAS se determina en base a la cantidad generada de residuos especiales, su elaboración debe considerar todos los residuos generados en el establecimiento, incluyendo aquellos de categorías distintas, es decir, residuos peligrosos, radiactivos de baja intensidad, y sólidos asimilables. Del mismo modo, el Plan debe incluir todo residuo generado al interior del establecimiento, aún cuando sea producido como resultado de algún servicio prestado por terceros.

En el caso particular de los residuos peligrosos, los establecimientos que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad, deben contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado ante la Autoridad Sanitaria. De acuerdo a lo estipulado en el Decreto Supremo N°148/03 del Ministerio de Salud, este Plan debería haberse presentado a más tardar el 13 de diciembre de 2005. Considerando la generación y composición promedio señaladas en 2.3, esta obligación podría afectar en principio a establecimientos con más de 250 camas, no obstante esto debe ser verificado caso a caso*.

Los establecimientos que no están sujetos a presentar un Plan de Manejo de REAS deberán igualmente cumplir con las disposiciones generales del Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud. Del mismo modo, los generadores que no están obligados a sujetarse a un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos deberán cumplir con las otras obligaciones señaladas en el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

5.2. Diagnóstico de la Generación y Manejo de REAS

Previo a la elaboración de un Plan de Manejo de REAS, es recomendable que los Establecimientos de Atención de Salud realicen un diagnóstico del manejo que se está dando a los residuos para obtener para cada servicio o departamento, y para el conjunto del establecimiento, un inventario de la naturaleza y cantidad de los residuos generados.

*Para más información al respecto, se recomienda consultar la "Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos" disponible en el sitio web del Ministerio de Salud.

El procedimiento a realizar comprende:

- Identificar las fuentes de generación y las categorías de residuos que se generan en cada una de ellas.
- Determinar la cantidad promedio por categoría de residuo generado en los diferentes servicios.
- Obtener información de los aspectos administrativos y operativos del manejo de los residuos en el establecimiento, por ejemplo responsabilidades del personal (tareas, ámbitos de competencia, etc.), recursos asignados, políticas, normas, procedimientos o instructivos aplicables.
- Recopilar información sobre los costos vinculados con la eliminación de cada tipo de residuo.

El diagnóstico permitirá a los Generadores evaluar si están obligados a presentar un Plan de Manejo de REAS e identificar los recursos humanos, financieros y materiales necesarios (contenedores, etiquetas, bolsas, equipos de protección personal, etc.) para dar cumplimiento a las disposiciones del Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud, así como prever y realizar los acuerdos con proveedores de servicios externos, si ello fuese necesario.

Para estimar la generación de residuos existen varias alternativas, se pueden revisar órdenes de compras y otros registros históricos, obtener información a través de encuestas o entrevistas funcionarios, o realizar muestreos, entre las principales. A nivel referencial, la generación de residuos en kg/día (G), puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$G = G_{c-d} \times N \times O$$

donde G es la generación de residuos en kg/cama/día, N es el número de camas de hospitalización disponibles y O es índice ocupacional promedio del establecimiento. En 2.3 se presentan rangos de valores estimados para G_{c-d} , no obstante la generación diaria por cama variará de un establecimiento a otro por lo que debería calcularse caso a caso.

Al emprender cualquier actividad de caracterización de los residuos generados se recomienda considerar, además de las categorías señaladas en 2.2, el manejo al que se van a someter estos residuos, por ejemplo, si se trata de incinerar será importante conocer la humedad y el poder calorífico de los residuos, o si se va a realizar reciclaje de algunos residuos sólidos asimilables, se deberá saber la cantidad de cada componente.

Un estudio de caracterización puede requerir desde varios días hasta 2 ó 3 semanas para su desarrollo debido a fluctuaciones en la composición y cantidad de los residuos generados, las que pueden variar de acuerdo con el día de la semana, mes o la estación del año.

5.3. Elementos de un Plan de Manejo de REAS

El Plan de Manejo de REAS debe incluir todos los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr que el manejo interno y la eliminación de los residuos se hagan con el menor riesgo posible. Dicho Plan deberá contener al menos lo siguiente:

- (1) Identificación del establecimiento.
- (2) Estimación de la cantidad diaria generada de REAS en cada servicio o zona del establecimiento, desagregada según las categorías señaladas en 2.2.

- 
- 
- (3) Planos simplificados del establecimiento.
 - (4) Los procedimientos de segregación, transporte interno y almacenamiento para cada una de las categorías de REAS generadas, y los procedimientos para la entrega de REAS a terceros autorizados para su transporte y/o eliminación. En caso de contar con una instalación de eliminación en el lugar, los procedimientos correspondientes según las categorías de residuos a procesar.
 - (5) Sistema de registro de residuos que ingresan a la sala de almacenamiento.
 - (6) Definición del perfil y/o obligaciones del responsable y demás personal a cargo de la implementación del Plan.
 - (7) Programa de capacitación para el personal encargado del manejo de REAS.
 - (8) Programa de vigilancia de salud para el personal encargado del manejo de REAS.
 - (9) Plan de contingencia.

Se debe observar que cuando en los establecimientos ya existan normativas o procedimientos, deberán estudiarse las modificaciones necesarias para adaptarlos a los nuevos requerimientos.

5.3.1. Identificación del establecimiento

El Plan de Manejo deberá identificar el establecimiento del que se trata, las actividades realizadas y el responsable de la ejecución del Plan de Manejo. Se deberá contemplar al menos los siguientes aspectos:

- Razón social o nombre del establecimiento sujeto a un Plan de Manejo de REAS.
- RUT del establecimiento.
- Dirección del establecimiento.
- Comuna y región en que se ubica el establecimiento.
- Números de teléfono y fax del establecimiento.
- Tipo de establecimiento según el Reglamento Orgánico de los Servicios de Salud.
- Número de atenciones médicas anuales.
- Número de camas de hospitalización.
- Nombre, cargo y correo electrónico de la persona designada como responsable de la ejecución del Plan de Manejo de REAS.
- Servicios clínicos constituidos.

- Unidades de apoyo clínico terapéutico o diagnóstico constituidas.
- Secciones o actividades distintas de los servicios clínicos y unidades de apoyo clínico terapéutico o diagnóstico.

5.3.2. Cantidad generada de REAS

El Plan de Manejo debe incluir una estimación de la cantidad diaria generada de REAS en cada servicio o zona del establecimiento, por categoría de residuos, incluyendo al menos, la información señalada en la Tabla 5.1 y en la Tabla 5.2.

5.3.3. Planos del establecimiento

El Plan debe incluir planos simplificados, perfectamente legibles, con la siguiente información:

- Identificación de los servicios y zonas de generación de residuos.
- Ubicación de los sitios designados para la colocación de los contenedores.
- Ubicación de la sala de almacenamiento.
- Ubicación de la instalación de eliminación, si corresponde.
- Rutas establecidas para el traslado de residuos desde las zonas o servicios de generación a la sala de almacenamiento, e instalación de eliminación si ello corresponde.

Tabla 5.1.: Servicios o zonas de generación de residuos

Nombre del Servicio o Zona de Generación de Residuos	Código del Residuo	Nombre del Residuo	Descripción del Residuo	Cantidad Generada (kg/día)
Ej. Medicina Interna	Ej. RES001			
	Ej. RES002			
	Ej. RES003			
Ej. Dermatología	Ej. RES001			
	Ej. RES004			

a/ Numeración o código de uso interno asignado a cada residuo, para evitar confusiones de nombre y prevenir manejos inapropiados como consecuencia de ello.

Tabla 5.2.: Categorías de residuos generados

Código del Residuo	Cantidad Generada (kg/día)	Categoría del Residuo <u>a/</u>				Clase o División de Riesgo Primario <u>b/</u>	Característica de Peligrosidad <u>c/</u>						Código de Identificación <u>d/</u>	
		1	2	3	4		TA	TC	TE	C	I	R		
RES001														
RES002														
RES003														
RES004														

a/ Categoría 1: Residuos peligrosos; Categoría 2: Residuos radiactivos de baja densidad; Categoría 3: Residuos especiales; Categoría 4: Residuos sólidos asimilables.

b/ Clase o división de riesgo primario según la Norma Chilena Oficial NCh382.Of2004.

c/ Si el residuo es peligroso, TA: Toxicidad aguda; TC: Toxicidad crónica; TE: Toxicidad extrínseca; C: Corrosividad; I: Inflamabilidad; R: Reactividad.

d/ Si el residuo es peligroso, el código del residuo según los artículos 18 (Listas I, II y/o III), 88, 89, y 90 (Lista A) del Decreto Supremo N° 148/2003 del Ministerio de Salud.

5.3.4. Procedimientos de manejo interno

El Plan de Manejo deberá incluir los procedimientos detallados de manejo interno de los REAS, incluyendo segregación en el origen, recolección y transporte interno, almacenamiento, y eliminación si ésta es realizada en el lugar, para cada una de las categorías de residuos generados en el establecimiento.

- **Segregación en el origen:** Se deben describir las medidas y acciones contempladas para asegurar la segregación adecuada de los residuos al momento de su generación, identificando los recursos humanos y materiales asignados, como por ejemplo contenedores (Tabla 5.3), etiquetas, bolsas, etc. Al respecto, se recomienda considerar lo indicado en 4.1.1. La información deberá ser consistente con lo consignado en los planos referidos en 5.3.3.
- **Transporte interno:** Se deben describir las medidas y acciones contempladas para asegurar el oportuno retiro de los REAS desde los servicios o zonas en que éstos son generados, y asegurar que su traslado se realice con el menor riesgo posible a través de un procedimiento de trabajo seguro, identificando los recursos humanos y materiales asignados (carros, contenedores, etiquetas, bolsas, equipos de protección personal, etc.). Al respecto, se recomienda considerar lo indicado en 4.1.2.

Las medidas y disponibilidad de equipos para controlar eventuales situaciones de emergencia por manejo de residuos deberán ser descritas en el Plan de Contingencias del establecimiento (capítulo 6 de este Manual).

- **Almacenamiento:** Se deben describir las medidas y acciones contempladas para asegurar que el almacenamiento de los REAS se realice con el menor riesgo y molestias posibles, identificando los recursos humanos y materiales asignados, como por ejemplo, contenedores (Tabla 5.4), etiquetas, bolsas, equipos de protección personal, artículos de aseo, etc. La operación de la sala de almacenamiento deberá considerar lo indicado en 4.1.3 y la mantención del sistema de registro de residuos señalado en 5.3.5. La sala de almacenamiento y su operación deberán ser autorizadas por la Autoridad Sanitaria respectiva.

Las medidas y disponibilidad de equipos para controlar eventuales situaciones de emergencia por manejo de residuos, deberán ser descritas en el Plan de Contingencias del establecimiento (capítulo 6 de este Manual).

- **Eliminación en el lugar:** En caso de contar con una instalación de eliminación en el lugar se deben describir las operaciones de tratamiento según las categorías de residuos a procesar (Tabla 5.5), y describir las medidas y acciones contempladas para asegurar que su eliminación se realice con el menor riesgo posible, en cumplimiento con el Plan de Operación incluido en el proyecto de ingeniería aprobado por la Autoridad Sanitaria respectiva. Se deberá considerar llevar los registros requeridos por el **Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud**, referidos a los residuos procesados (Tabla 5.6) y a los parámetros relevantes propios de la operación del equipo de eliminación, así como la entrega de un informe trimestral a la Autoridad Sanitaria respectiva que indique la fecha y cantidad de residuos eliminados.

Las medidas y disponibilidad de equipos para controlar eventuales situaciones de emergencia por manejo de residuos deberán ser descritas en el Plan de Contingencias del establecimiento (capítulo 6 de este Manual).

Tabla 5.3.: Contenedores en servicios o zonas de generación por categoría de residuo a/

Nombre del Servicio o Zona de Generación de Residuos	Nombre de Contenedores				Capacidad de los Contenedores (L)				Frecuencia de Retiro <u>b/</u>			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ej. Medicina Interna												
Ej. Dermatología												

a/ Categoría 1: Residuos peligrosos; Categoría 2: Residuos radiactivos de baja densidad; Categoría 3: Residuos especiales; Categoría 4: Residuos sólidos asimilables.

b/ Frecuencia con que se retiran los residuos desde los servicios o zonas de generación y son transportados a la sala de almacenamiento.

Tabla 5.4.: Almacenamiento de residuos

Código del Residuo	Nombre del Área o Sala de Almacenamiento	Capacidad de Almacenamiento (kg)	Descripción del Contenedor	Frecuencia de Recolección <u>a/</u>
RES001				
RES002				
RES003				
RES004				

a/ Frecuencia con que se retiran los residuos desde el área o sala de almacenamiento y son enviados a eliminación

- **Eliminación externa:** El Plan debe incluir los procedimientos para la entrega de REAS a terceros autorizados para su transporte y/o eliminación. Se deben describir los procedimientos para asegurar que los residuos sean retirados y transportados a través de transportistas que cuenten con autorización sanitaria, y que la eliminación se realice en instalaciones de eliminación que cuenten con la debida autorización sanitaria que comprenda tales residuos.

Se deberá considerar llevar un registro en que conste la fecha en que se envían los residuos especiales para eliminación, cantidad enviada en peso o volumen, tipo de residuos, lugar al que se envían, transportista y vehículo utilizado (Tabla 5.7). El Plan deberá incluir los procedimientos que se deben cumplir asociados al seguimiento de residuos.

5.3.5. Sistema de registro de residuos

El Plan de Manejo deberá incluir un sistema de registro de residuos que ingresan a la sala de almacenamiento, como el indicado en la Tabla 5.8, que incluya la siguiente información:

- Servicio o zona de generación,
- Cantidad almacenada y categoría de residuos,
- Fecha de ingreso a la sala de almacenamiento,
- Fecha de envío y cantidad despachada a eliminación.

5.3.6. Definición del perfil y obligaciones del personal

Todo establecimiento que deba sujetarse a un Plan de Manejo de REAS deberá designar a un responsable de la ejecución del Plan y del desempeño del personal encargado del manejo de residuos. El perfil y las obligaciones del responsable y demás personal deberá ser definido en el Plan de Manejo. Se recomienda detallar al menos:

- El nivel de instrucción y conocimiento del responsable y demás personal a cargo de la implementación del Plan, considerando el tamaño y complejidad del establecimiento.
- La estructura de manejo, jerarquía, responsabilidades, funciones y atribuciones de cada uno de los actores que participarán del sistema de manejo.

La asignación bien definida de responsabilidades de cada trabajador es importante para que se responsabilicen por el buen desempeño de las tareas. Se recomienda que el Plan precise las responsabilidades individuales para todos los procedimientos contemplados en 5.3.3, considerando, a lo menos, una persona encargada de la operación y mantenimiento de la sala de almacenamiento.

Tabla 5.5.: Eliminación de residuos en el lugar

Código del Residuo	Descripción de la Operación de Eliminación	Cantidad Eliminada (kg / año)
RES001		
RES002		
RES003		
RES004		

Tabla 5.6.: Registro de eliminación de residuos al interior del establecimiento

Fecha de Eliminación	Código del Residuo	Servicio o Zona de Generación del Residuo	Cantidad (kg)

5.3.7. Programa de capacitación

El Plan de Manejo deberá incluir un programa de capacitación para informar al personal encargado del manejo de REAS acerca de los riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos.

El contenido del programa de capacitación deberá ser revisado periódicamente y actualizado cuando sea necesario.

Se recomienda considerar la repetición periódica de los cursos de capacitación para renovar los conocimientos adquiridos y capacitar al personal nuevo y al existente al que se haya asignado nuevas obligaciones.

Los instructores deberán poseer experiencia en materia de enseñanza y capacitación, estar familiarizados con los riesgos y prácticas del manejo de REAS.

Las necesidades de capacitación dependerán del tipo de operaciones que cumpla el personal.

En función de las obligaciones respectivas, se requerirá capacitación sobre ámbitos específicos (por ejemplo operación de incineradores). En general, se recomienda que el personal encargado del manejo de REAS sea capacitado al menos, en los siguientes aspectos:

- Información sobre los riesgos ambientales y sanitarios vinculados con el manejo de REAS.
- Instrucciones sobre uso de elementos de protección personal.
- Legislación ambiental y sanitaria vigente.
- Plan de Manejo de REAS elaborado por el Generador.
- Procedimientos de manejo interno de REAS.
- Responsabilidades asignadas.
- Procedimientos que deben observarse frente a derrames y accidentes.



5.3.8. Programa de vigilancia de la salud

El Plan de Manejo deberá incluir un programa de vigilancia de la salud dirigido al personal que realice actividades de recolección, almacenamiento, transporte y/o eliminación de los REAS.

El programa deberá contemplar la prevención (inmunización, identificación del estado inmunitario), pesquisa, control y seguimiento de la salud de los trabajadores (aplicación de encuesta de salud, exámenes básicos y específicos, evaluación médica, derivación a especialidad si lo amerita), con la finalidad de evitar que adquieran enfermedades a consecuencia de la manipulación de REAS.

5.3.9. Plan de contingencias

Los establecimientos que generan REAS deberán contar con un Plan de Contingencias, en el que se describan las medidas para controlar eventuales situaciones de emergencia por manejo de residuos, que contemple al menos lo señalado en el capítulo 6 de este Manual.

6. PLAN DE CONTINGENCIAS

Los Generadores, las empresas de transporte y las instalaciones de eliminación de REAS deben contar con un Plan de Contingencias que describa todas las medidas a desarrollar frente a eventuales emergencias. El Plan de Contingencias debe contemplar al menos lo siguiente:

- Medidas de control y/o mitigación.
- Capacitación del personal.
- Identificación de las responsabilidades del personal.
- Definición del sistema de comunicaciones, fijo o portátil, para alertar a las autoridades competentes.
- Identificación, ubicación y disponibilidad de personal y equipos para atender las emergencias.
- Listado actualizado de los organismos públicos y personas a las que se deberá dar aviso inmediato en el caso de ocurrir una emergencia. Se debe considerar al menos la comunicación con la Autoridad Sanitaria, Carabineros, Bomberos y la Oficina Regional de Emergencia, cuando la emergencia sea de magnitud tal que pueda afectar la salud y/o seguridad de las personas o del ambiente.

El Plan de Contingencias deberá presentar el diagrama de la organización interna del establecimiento en materia de contingencia y definir el alcance de las responsabilidades, funciones y atribuciones de cada uno de los actores que participa. Se deberá incluir el esquema de notificación de alarma ante contingencias. Todo el personal que maneje REAS deberá conocer el procedimiento que debe observarse para dar aviso inmediato de contingencias ocurridas.

Las medidas de respuesta frente a emergencias deberán garantizar.

- La limitación, en la mayor medida posible, de la exposición del personal durante las operaciones.
- La limitación, en la mayor medida posible, del impacto para el medio ambiente.

Los procedimientos correspondientes a los diferentes tipos de emergencias deberán enunciarse por escrito.

Deberán establecerse las medidas de control y procedimientos para actuar frente a un eventual derrame, incluyendo procedimientos de limpieza, protección del personal y manejo de los residuos y de cualquier otro material contaminado que se haya generado durante la emergencia. Tratándose de derrames de residuos peligrosos, especiales o radiactivos, se recomienda que la limpieza esté a cargo de personal específicamente designado y capacitado.

Deberá establecerse un programa de respuesta para una inmediata reacción frente a lesiones o a la exposición a una sustancia peligrosa, incluyendo al menos medidas inmediatas de primeros auxilios, asistencia y supervisión médica, y exámenes de sangre o de otro género, si corresponde realizarlos.



Todo el personal que maneje REAS deberá estar adecuadamente preparado para las medidas de respuesta y deberá en todo momento tener fácil acceso al equipo necesario, que debe estar disponible a una distancia razonable, a fin de hacer posible una respuesta adecuada en forma segura.

Todos los accidentes o incidentes, incluidos los que hayan estado a punto de producirse, los derrames, los daños en contenedores, los casos de separación inadecuada o cualquier incidente con material cortopunzante, deben ser informados a la persona responsable de la ejecución del Plan de Manejo de REAS. El incidente deberá ser investigado para establecer las causas y, si es posible, las posibles medidas para impedir la recurrencia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Monroe County Department of Health. 1998. Reducing Mercury Use in Health Care: Promoting a Healthier Environment. Strong Memorial Hospital, Monroe County Department of Environmental Services, Monroe. County Department of Health. <http://www.epa.gov/glnpo/bnsdocs/merchealth/index.html>
- [2] U.S. FDA. 2006. Mercury in Drug and Biologic Products. U.S. Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research. <http://www.fda.gov/Cder/fdama/mercury300.htm>
- [3] Ministerio de Salud. 2001. Desechos hospitalarios: Riesgos biológicos y recomendaciones generales sobre su manejo. Unidad de Evaluación de Tecnologías de Salud, Departamento de Calidad en la Red, División de Inversiones y Desarrollo de la Red Asistencial, Ministerio de Salud. Santiago, Chile.
- [4] Prüss, A., Giroult, E. and Rushbrook, P. (Eds.) 1999. Safe management of wastes from health-care activities. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- [5] International Atomic Energy Agency (IAEA). 2000. Management of radioactive waste from the use of radionuclides in medicine. IAEA Technical Document IAEA-TECDOC-1183. Vienna, Austria.
- [6] Ortega A., X. y Jorba B., J. 1996. Radiaciones ionizantes: Utilización y riesgos II. Universitat Politècnica de Catalunya (Edicions UPC), Barcelona.
- [7] Prüss, A. and Townend, W.K. 1998. Management of wastes from health-care activities. Teacher's guide. WHO/EOS/98.6. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- [8] CEPIS. 1996. Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud. OPS/CEPIS/PUB/96.15. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS). Lima, Perú.
- [9] Ministerio da Saúde - Reforsus. 2001. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Ministerio da Saúde, Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde (Reforsus). Brasília, Brasil.
- [10] WHO. 2007. Wastes from health-care activities. Fact sheet N°253 (November 2007). World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/en/>
- [11] Monge, G. 1997. Manejo de residuos en centros de atención de salud. Hojas de Divulgación Técnica N°69-70. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- [12] Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS). Indicadores básicos de salud Chile 2007. Ministerio de Salud. Santiago, Chile.

- 
- 
- [13] Secretaría del Convenio de Basilea. 2003. Directrices técnicas sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos biomédicos y sanitarios. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Secretaría del Convenio de Basilea. Châtelaine, Suiza.
- [14] Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalarios. 1998. Manual para técnicos e inspectores de saneamiento. Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalarios, Convenio ALA 91/33.
- [15] Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalarios. 1998. Manual de desechos sólidos hospitalarios para personal médico y de enfermería. Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalarios, Convenio ALA 91/33.
- [16] OMS. 2004. Gestión sin riesgo de los desechos generados por la atención de salud. Documento de política general. Departamento de Protección del Medio Humano, Agua, Saneamiento y Salud. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra, Suiza. http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/en/hcwmpolicys.pdf
- [17] Lichtveld, M.Y., Rodenbeck, S.E. and Lybarger, J.A. 1992. The findings of the Agency for Toxic Substances and Disease Registry Medical Waste Tracking Act Report. Environmental Health Perspectives, Vol.98, pp.243-250, 1992.
- [18] Servicio Extremeño de Salud. 2003. Guía Básica Gestión de Residuos en Centros Sanitarios. Junta de Extremadura, Consejería de Sanidad y Consumo, Servicio Extremeño de Salud.
- [19] INP Sector Activo. 2006. Elementos de Protección Personal. Area Seguridad Industrial. INACAP Capacitación.
- [20] Falagán, M.J., Canga, A., Ferrer, P. y Fernández, J.M. 2000. Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
- [21] Asociación Chilena de Seguridad. Equipos de Protección Personal.
- [22] Secretaría de Salud. 2005. Manual para el Manejo Integral de Residuos de Servicios de salud. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, México.
- [23] Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2005?. Guía de Prevención de la Contaminación del Recurso Hídrico, Caracterización y Tratamiento de Aguas Residuales para el Sector de Hospitales. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y Corporación para la Investigación Socioeconómica y Tecnológica de Colombia (CINSET). República de Panamá.
- [24] Cantanhede, A. 1999. La gestión y tratamiento de los residuos generados en los centros de atención de salud. Repertorio Científico, Vol.5, N°6-7
- [25] California Environmental Protection Agency. 2003. Review of the Dioxins Airborne Toxic Control Measure for Medical Waste Incinerators. Technical Assessment. Air Resources Board. <http://www.arb.ca.gov/toxics/dioxins/atcm.htm>

- 
- 
- [26] Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact). 2002. Manual para el Manejo de Residuos Sólidos Generados en Establecimientos de Salud. La Paz, Bolivia.
- [27] Martínez, J., Mallo, M., Lucas, R., Alvarez, J., Salvarrey, A. y Gristo, P. 2005. Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Fichas temáticas Tomo II. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay.
- [28] Ministerio de Salud. 2001. Normas técnicas sobre esterilización y desinfección de elementos clínicos y manual para su aplicación. (Aprobado mediante Resolución Exenta N°1665 de 27 de noviembre de 2001 del Ministerio de Salud). Unidad de Infecciones Intrahospitalarias, Departamento Calidad en la Red, División de Inversiones y Desarrollo de la Red Asistencial, Ministerio de Salud. Santiago, Chile.
- [29] MINSUSA-USAID. 2002. Manual de desinfección y esterilización hospitalaria. Proyecto Vigía “Enfrentando a las amenazas de las enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes”, Ministerio de Salud de Perú (MINSUSA) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID). Lima, Perú.
- [30] MINSUSA. 1998. Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos de establecimientos de salud. Programa de Fortalecimiento de Servicios de Salud, Area de Residuos Sólidos Hospitalarios. Ministerio de Salud (MINSUSA). Lima, Perú.
- [31] Cole, E.C., Pierson, T.K., Greenwood, D.R., Leese, K.E., Foarde, K.K. 1993. Guidance for evaluating medical waste treatment technologies. Research Triangle Institute (RTI) Report No.5400•005/01 F. Office of Solid Waste, U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.
- [32] MINSUSA. 2000?. Norma técnica para el manejo de residuos sólidos hospitalarios. NT-MINSUSA/DGSP V.O.1. Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Pública. Lima, Perú. http://www.digesa.minsa.gob.pe/normas_leg321.asp
- [33] California Health and Safety Code. Medical Waste Management Act. Sections 117600 - 118360, Chapter 8 - Treatment.
- [34] Virginia Administrative Code. Virginia Regulated Medical Waste, 9VAC20-120, Part VIII Special Requirements for Steam Sterilization.
- [35] Gobierno Vasco. 1994. Residuos Sanitarios. Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente. Servicio Central de Publicaciones, Gobierno Vasco.
- [36] Radio Nederland Training Centre. 1998. Gestión y Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios. Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalarios. Convenio ALA 91/33. San José, Costa Rica.
- [37] Banco Mundial. 2004. Gestión de Desechos Médicos: De un vistazo. Washington, D.C. <http://siteresources.worldbank.org/INTPHAAG/Resources/AAGHCWMSp.pdf>
- [38] U.S.EPA. 1989. Operation and maintenance of hospital medical waste incinerators. Publication No.450-3-89-002. Office of Air Quality Planning and Standards, Office of Research and



Development. United States Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, North Carolina.

- [39] LaGrega, M.D., Buckingham, P.L. y Evans, J.C. 1996. Métodos térmicos. En: Gestión de residuos tóxicos - Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Volumen II. McGraw-Hill, México.
- [40] U.S. EPA. 1994. Medical waste incinerators - Background information for proposed standards and guidelines: industry profile report for new and existing facilities. EPA-453/R-94-042a. Office of Air Quality Planning and Standards, Office of Air and Radiation, U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, North Carolina.
- [41] Van den Berg, M., Birnbaum, L.S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W., Feeley, M., Fiedler, H., Hakansson, H., Hanberg, A., Haws, L., Rose, M., Safe, S., Schrenk, D., Tohyama, C., Tritscher, A., Tuomisto, J., Tysklind, M., Walker, N., and Peterson, R.E. 2006. The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds. *Toxicol. Sci.* 2006 93: 223-241. http://www.who.int/ipcs/assessment/tef_values.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

Cálculo de las concentraciones tóxicas agudas límites (CTAL)

1. Característica de toxicidad aguda

Se considerará que un residuo tiene la característica de toxicidad aguda cuando el contenido porcentual en el residuo de una sustancia tóxica aguda sea superior a la menor de las “concentraciones tóxicas agudas límites” (CTAL) calculadas para ese constituyente, en base a valores de toxicidad por ingestión (DL50oral), toxicidad por inhalación (CL50inhalación) y toxicidad por absorción cutánea (DL50dermal), de la siguiente forma:

$$CTAL_{oral} \% = [DL50_{oral} \text{ mg/kg} / 50 \text{ mg/kg}] \times 100$$

$$CTAL_{inhalación} \% = [CL50_{inhalación} \text{ mg/L} / 2 \text{ mg/L}] \times 100$$

$$CTAL_{dermal} \% = [DL50_{dermal} \text{ mg/kg} / 200 \text{ mg/kg}] \times 100$$

Para los efectos anteriores, los valores de toxicidad a considerar serán los reconocidos por el Ministerio de Salud mediante el Decreto N°209 del 14 de octubre de 2005.

Así, por ejemplo, los valores de toxicidad de la warfarina son DL50oral= 1,6 mg/kg y CL50inhalación = 0,32 mg/L, y las CTAL correspondientes serán:

$$CTAL_{oral} \% = [1,6 \text{ mg/kg} / 50 \text{ mg/kg}] \times 100 = 3,2\%$$

$$CTAL_{inhalación} \% = [0,32 \text{ mg/L} / 2 \text{ mg/L}] \times 100 = 16\%$$

Luego, los residuos consistentes o contaminados con warfarina (incluyendo por ejemplo medicamentos vencidos y material utilizado en la preparación o administración de los mismos) serán considerados residuos tóxicos agudos si el contenido de warfarina es superior a 3,2%. Si con el fin de disminuir la concentración de la sustancia, estos residuos son mezclados con residuos no peligrosos u otros materiales, la mezcla completa deberá igualmente manejarse como residuo peligroso, de acuerdo a lo que establece el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

2. Característica de toxicidad crónica: Sustancias con efectos cancerígenos

Se considerará que un residuo tiene la característica de toxicidad crónica cuando el contenido porcentual en el residuo de una sustancia cancerígena reconocida como tal por el Ministerio de Salud, sea superior a CTAL/1000. Para estos efectos las sustancias cancerígenas serán las identificadas por el Ministerio de Salud mediante el Decreto N°190 del 18 de agosto de 2005. Los valores de toxicidad a considerar serán los reconocidos por el Ministerio de Salud mediante el Decreto N°209 del 14 de octubre de 2005.

Así, por ejemplo, lindano es una sustancia cancerígena cuyos valores de toxicidad son DL50oral = 76 mg/kg y DL50dermal = 500 mg/kg; las CTAL correspondientes serán:

$$\text{CTALoral \%} = [76 \text{ mg/kg} / 50 \text{ mg/kg}] \times 100 = 152\%$$

$$\text{CTALdermal \%} = [500 \text{ mg/kg} / 200 \text{ mg/kg}] \times 100 = 250\%$$

Luego, los residuos consistentes o contaminados con lindano serán considerados residuos tóxicos crónicos si el contenido de lindano es superior a $\text{CTALoral}/1000 = 0,15\%$. Si con el fin de disminuir la concentración de la sustancia, estos residuos son mezclados con residuos no peligrosos u otros materiales, la mezcla completa deberá igualmente ser manejada como residuo peligroso.

Los residuos consistentes o contaminados con lindano también pueden tener la característica de toxicidad extrínseca.

3. Característica de toxicidad crónica: Sustancias con efectos acumulativos, teratogénicos o mutagénicos.

Se considerará que un residuo tiene la característica de toxicidad crónica cuando el contenido porcentual en el residuo de una sustancia tóxica crónica que presenta efectos acumulativos, teratogénicos o mutagénicos, sea superior a $\text{CTAL}/100$. Los valores de toxicidad a considerar serán los reconocidos por el Ministerio de Salud mediante el Decreto N°209 del 14 de octubre de 2005.

Así, por ejemplo, los valores de toxicidad del xileno son DL50oral = 4.300 mg/kg, CL50inhalación = 94,80mg/L y DL50dermal = 1.700 mg/kg; las CTAL correspondientes serán:

$$\text{CTALoral \%} = [4.300 \text{ mg/kg} / 50 \text{ mg/kg}] \times 100 = 8.600\%$$

$$\text{CTALinhalación \%} = [94,80 \text{ mg/L} / 2 \text{ mg/L}] \times 100 = 4.740\%$$

$$\text{CTALdermal \%} = [1.700 \text{ mg/kg} / 200 \text{ mg/kg}] \times 100 = 850\%$$

Luego, los residuos consistentes o contaminados con xileno serán considerados residuos tóxicos crónicos si el contenido de xileno es superior a $\text{CTALdermal}/100 = 8,5\%$. Si con el fin de disminuir la concentración de la sustancia, estos residuos son mezclados con residuos no peligrosos u otros materiales, la mezcla completa deberá igualmente ser manejada como residuo peligroso.

Los residuos consistentes o contaminados con xileno también pueden tener la característica de inflamabilidad.

ANEXO 2

Listado no exhaustivo de sustancias tóxicas agudas o crónicas que pueden estar presentes en Establecimientos de Atención de Salud

Sustancia	N°RP	Característica ^{a/}	Observaciones
1-Butanol	U031	TC/I	Solvente, detergente
3-Metilclorantreno	U157	TC	Laboratorio
4-Cloro-3-metil-fenol	U039	TC	Preservante (productos cosméticos), antiséptico (piel)
Acetato de etilo	U112	TC/I	Solvente (laboratorio, servicios generales)
Acetato de fenilmercurio	P092/D009	TA/TE	Fungicida en descongestivos nasales y ungüentos oftálmicos
Acetona	U002	TC/I	Solvente, pinturas, adhesivos, revestimientos, excipiente farmacéutico
Acido fórmico	U123	TC/C	Desinfectante
Anilina	U012	TC/I	Laboratorio
Arsénico	D004	TE	Trióxido de arsénico (quimioterapia)
Azida de sodio	P105	TA	Preservante en reactivos de diagnóstico in vitro y soluciones de laboratorio
Bario	D005	TE	Sulfato de bario (medio de doble contraste utilizado en exámenes radiológicos del tracto gastrointestinal)
Cadmio	D006	TE	Baterías usadas de níquel-cadmio, residuos de pinturas
Cianuro de plata y potasio	P099	TA	Bactericida
Cianuro de potasio	P098	TA	Determinación de hemoglobina (laboratorio de hematología)
Ciclofosfamida	U058	TC	Quimioterapia antineoplásica
Clorambucil	U035	TC	Quimioterapia antineoplásica
Cloroformo	U044/D022	TC/TE	Anatomía patológica, solvente, anestésico
Cloruro de acetilo	U006	TC/C	Determinación de colesterol
Cromo	D007	TE	Cloruro de cromo, residuos de pinturas
Daunorubicina	U059	TC	Quimioterapia antineoplásica
Diclorodifluorometano	U075	TC	Propelente en inhaladores y otros aerosoles, refrigerante
Dietilhexil ftalato (DEHP)	U028	TC	Plastificante en productos flexibles de PVC
Dietilestilbestrol	U089	TC	Quimioterapia antineoplásica
Epinefrina	P042	TA	Adrenérgico, antiasmático
Estreptozotocina	U206	TC	Quimioterapia antineoplásica
Etil carbamato (uretano)	U238	TC	Antineoplásico, anestésico veterinario
Etil éter	U117	TC/I	Solvente, anestésico
Fenol	U188	TC	Antiséptico, desinfectante, analgésico
Fentermina	P046	TA	Supresor del apetito
Formaldehído	U122	TC	Nefrología, anatomía patológica, preservante (laboratorio), desinfectante
Hexacloroetano	U131/D034	TC/TE	Antihelmíntico
Hexaclorofeno	U132	TC	Antiséptico
Hidrato de cloral	U034	TC	Sedante e hipnótico
Lindano	U129/D013	TC/TE	Pediculicida y escabicida
m-Cresol	D024	TE	Preservante en insulina humana
m-Diclorobenceno	U071	TC	Germicida
p-Diclorobenceno	U072	TC	Repelente de polillas, desodorantes ambientales
Melfalan	U150	TC	Quimioterapia antineoplásica
Mercurio	U151/D009	TC/TE	Preservante en vacunas (timerosal), en soluciones oftálmicas y aerosoles nasales (timerosal, nitrato de fenilmercurio); antiséptico (merbromina, óxido amarillo de mercurio); termómetros, esfigmomanómetros, sondas gastrointestinales, (sondas de Cantor, Miller Abbott, dilatadores esofágicos), termostatos, manómetros, barómetros, tubos fluorescentes, pilas

Sustancia	NºRP	Característica ^{a/}	Observaciones
Metanol	U154	TC/I	Laboratorio clínico, formalina
Metil etil cetona	U159	TC/TE/I	Adhesivos
Metilfenol (cresol)	U052	TC	Antiséptico, desinfectante
Mitomicina	U010	TC	Quimioterapia antineoplásica
Mostaza de uracilo	U237	TC	Quimioterapia antineoplásica
Naftaleno	U165	TC	Antiséptico, antihelmíntico
Nicotina	P075	TA	Tratamiento de la dependencia a la nicotina (parches transdérmicos)
Nitroglicerina	P081	TA	Antianginoso
o-Diclorobenceno	U070	TC	Solvente
Oxido de hidroxidimetilarsina	U136	TC	Agente dermatológico
Oxirano (óxido de etileno)	U115	TC/I	Agente de esterilización, bactericida, fungicida, desinfectante esporicida
Paraldehído	U182	TC	Sedante con efectos anticonvulsivantes
p-Diclorobenceno	U072	TC	Germicida
Percloroetileno	U210	TC	Antihelmíntico, solvente, refrigerante
Plata	D011	TE	Sulfadiazina de plata (tratamiento de quemaduras); nitrato de plata (laboratorio); soluciones usadas de fijador y revelador (radiología)
Plomo	D008	TE	Elementos plomados de protección radiológica; desechos electrónicos; baterías usadas de plomo; residuos de pinturas
Reserpina	U200	TC	Antihipertensivo
Resorcinol	U201	TC	Antiacneico
Sacarina y sus sales	U202	TC	Edulcorante
Sulfuro de selenio	U205/D010	TC/TE	Antiseborreico
Tetracloruro de carbono	U211	TC	Solvente, removedor de manchas
Tetraóxido de osmio	P087	TA	Fijador y colorante histológico (anatomía patológica)
Thiram	U244	TC	Antiséptico
Tolueno	U220	TC	Anatomía patológica, adhesivos
Tribromometano	U225	TC	Antitusivo, sedante
Triclorofluorometano	U121	TC	Propelente en inhaladores y otros aerosoles; refrigerante
Trióxido de arsénico	P012	TA	Quimioterapia antineoplásica
Warfarina	P001/U248	TA/TC	Anticoagulante oral
Xileno	U239	TC/I	Anatomía patológica, solvente

a/ TA: Toxicidad aguda; TC: Toxicidad crónica; TE: Toxicidad extrínseca; C: Corrosividad; I: Inflamabilidad; R: Reactividad.

Referencias:

- [1] BIREME/OPS/OMS. BVS (Biblioteca Virtual en Salud): Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). <http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>
- [2] Washington State Department of Ecology. 2005. Best Management Practices for Hospital Waste. Publication Number 05-04-013.
- [3] U.S. Environmental Protection Agency. 2005. Profile of the Healthcare Industry. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project. Publication No. EPA/310-R-05-002. Washington, D.C.
- [4] Hospitals for a Healthy Environment. Chemical Minimization Plan. An AHA (American Hospital Association)/EPA Partnership. <http://www.h2e-online.org/pubs/chemmin/master.pdf>

ANEXO 3 Segregación de residuos peligrosos según clase o división de riesgo

Clase o división	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3 ^{a/}	2.3 ^{b/}	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	8
1.1	*)	*)	*)	*)	*)	*)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
1.2	*)	*)	*)	*)	*)	*)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
1.3	*)	*)	*)	*)	*)	*)	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
1.4	*)	*)	*)	*)	*)	*)	*)	Sí	*)	*)	*)	Sí	*)	Sí	Sí	Sí	*)	*)
1.5	*)	*)	*)	*)	*)	*)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
1.6	*)	*)	*)	*)	*)	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
2.1	No	No	No	*)	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	*)	Sí
2.2	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
2.3 ^{a/}	No	No	No	*)	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	Sí	No
2.3 ^{b/}	No	No	No	*)	No	Sí	*)	Sí	Sí	Sí	*)	*)	*)	*)	*)	*)	Sí	*)
3	No	No	No	*)	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	*)	Sí
4.1	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	*)
4.2	No	No	No	*)	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
4.3	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	*)
5.1	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	*)
5.2	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	*)
6.1	No	No	No	*)	No	Sí	*)	Sí	Sí	Sí	*)	No	No	No	No	No	Sí	*)
8	No	No	No	*)	No	Sí	Sí	Sí	No	*)	Sí	*)	No	*)	*)	*)	*)	*)

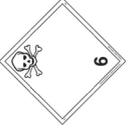
^{a/} $CL_{50} \leq 2$

^{b/} $200 \text{ ppm} < CL_{50} \leq 1.000 \text{ ppm}$

*) Verificar incompatibilidades individuales.



ANEXO 4 Rotulación de residuos peligrosos

Característica de peligrosidad	Etiqueta y rótulo según NCh2190	
Toxicidad aguda	 2	 6
Toxicidad crónica	 2	 6
Toxicidad extrínseca	 9	 8
Inflamabilidad	 2	 3
Corrosibilidad	 8	 4
Reactividad	 1.1A 1	 1.2C 1
		 1.3G 1
		 1.4 G 1
		 1.5 P 1
		 1.6 N 1
		 4
		 5.1
		 5.2



Publicado con el Patrocinio de:



GOBIERNO DE
CHILE
MINISTERIO DE SALUD

SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA
DIVISIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS SALUDABLES Y PROMOCIÓN
DEPARTAMENTO DE SALUD AMBIENTAL