



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

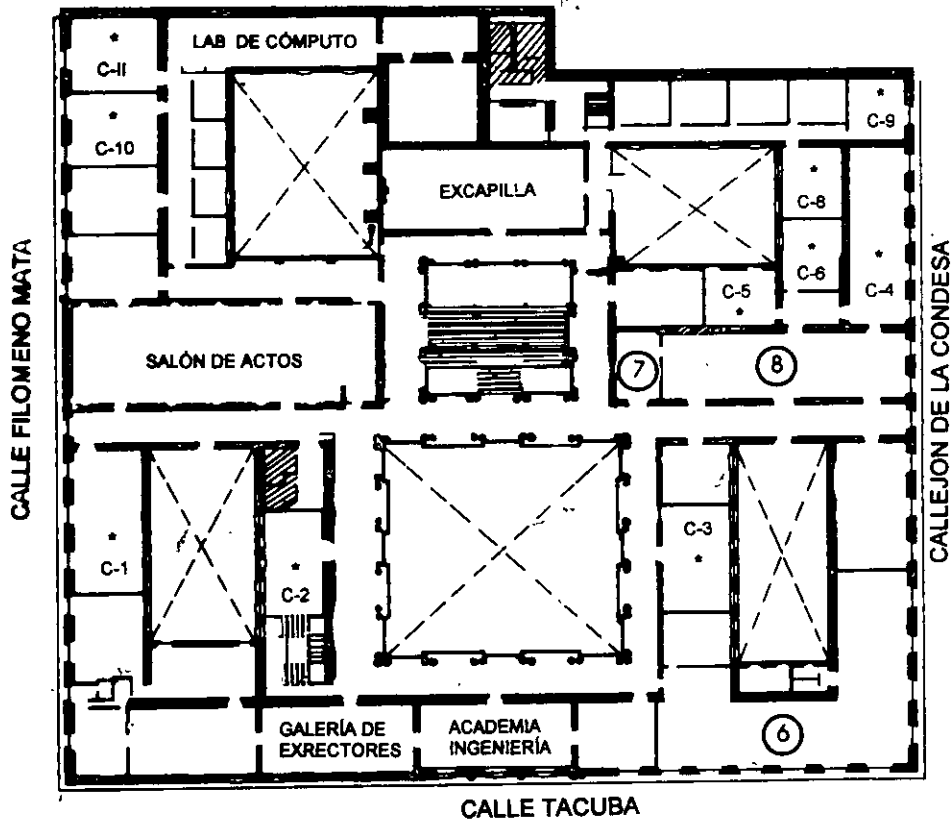
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente
División de Educación Continua.**

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

* AULAS

1er. PISO

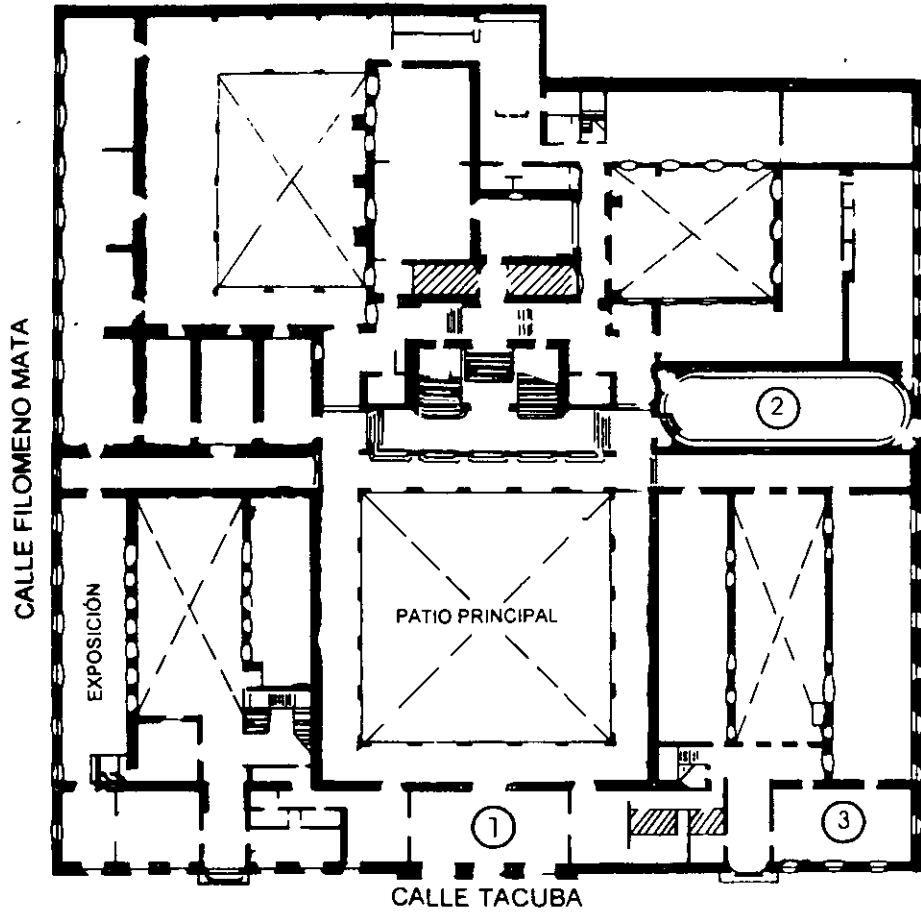


**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS**

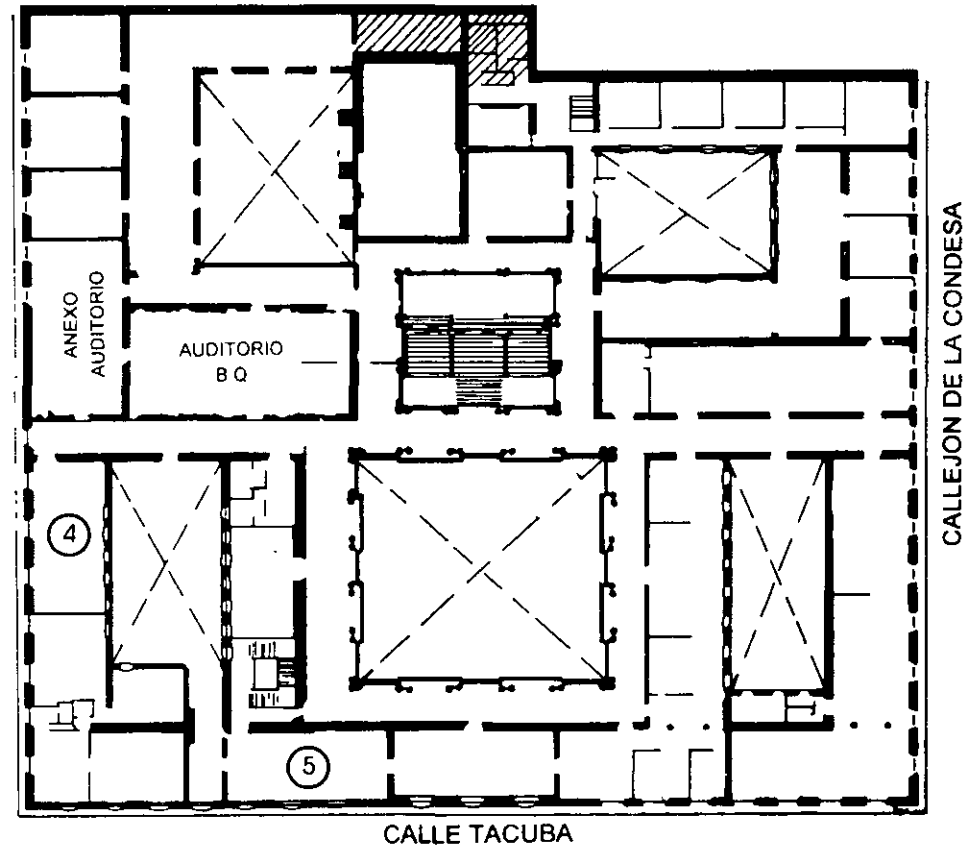
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.

CURSOS ABIERTOS

MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

CA 96

TEMA

I. MÓDULO 1. ANTECEDENTES

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

MÓDULO I. ANTECEDENTES

Los riesgos que presentan los residuos hospitalarios, involucran en primer término, al personal que debe manejarlos, tanto dentro como fuera del establecimiento; personal que de no contar con suficiente capacitación y entrenamiento, o de carecer de facilidades e instalaciones adecuadas para el manejo y tratamiento de los residuos, de equipos y herramientas de trabajo, o de elementos de protección personal adecuados, puede verse expuesto al contacto directo con gérmenes patógenos, o a la acción de objetos cortó punzantes; tales como: agujas de jeringuillas, trozos de vidrio, hojas de rasurar, lancetas, etc., portadores de agentes infecciosos¹.

Según Flores Serrano² el riesgo que representan los residuos biológico-infecciosos para la salud humana está condicionado por cinco factores que tienen que estar presentes para que se produzca una infección, los cuales son: 1) que contengan microorganismos vivos, 2) que éstos sean virulentos, 3) que se encuentren en una dosis infectiva, 4) que encuentren una vía de ingreso al organismo, y 5) que los individuos expuestos sean susceptibles y carezcan de defensas. No se han encontrado estudios publicados que hayan tratado de correlacionar brotes de enfermedades infecciosas con estos residuos, a pesar de que frecuentemente éstos no son sometidos a ningún tipo de tratamiento y presentan inadecuada disposición final en lugares inapropiados. La experiencia acumulada por la Escuela de Químico Fármaco biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo³ apunta a que el principal riesgo de infección por residuos biopeligrosos (biológico-infecciosos según la Norma Oficial Mexicana⁴) se produce por la exposición o manipulación de residuos punzantes o cortantes contaminados, especialmente en el interior de los centros sanitarios.

Benitez Rivera⁵ plantea que es a mediados de los 80's cuando en Estados Unidos se realizaron los primeros esfuerzos por parte de las agencias gubernamentales para regular los residuos médicos. Estos esfuerzos se aceleraron fundamentalmente por dos causas: 1º. La aparición de enfermedades contagiosas mortales, como lo es el virus de inmuno deficiencia adquirida (SIDA) y 2º. El accidente en las playas de la costa este de los Estados Unidos, donde se encontraron jeringas que originalmente se supuso que provenían de hospitales. La noticia fue muy difundida, lo que originó en la población una preocupación por este tipo de residuos peligrosos. Sin embargo, a través de investigaciones, se demostró que los residuos encontrados no provenían de hospitales, sino de usuarios domésticos, principalmente drogadictos y diabéticos.

Para entonces ya existía una fuerte presión política y social, por lo cual el Congreso de los Estados Unidos decidió elaborar y más tarde aprobar la "Medical Waste Tracking Act" en 1988, con el objeto de aplicar severas restricciones y precauciones para el manejo de la basura hospitalaria, a pesar del desacuerdo de organizaciones médicas e instituciones de salud, quienes argumentaban la falta de evidencias científicas y preveían los altos costos que implicaba dicha legislación. Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS), publicó recomendaciones para el

manejo de los residuos hospitalarios y estimó que aproximadamente el 10% de la basura de los hospitales era infecciosa, pero no se presentaron estudios profundos⁶. Monreal⁷ en 1992 investigó para dicha Organización, obteniendo como resultado que la mayor parte de los residuos sólidos generados por un hospital no representan peligros mayores que los asociados a los residuos municipales comunes.

En México la influencia ejercida por Estados Unidos, llevó a las autoridades a adoptar una legislación y estructurar una norma a semejanza de la estadounidense, sin haberse realizado estudios científicos ni existir evidencias comprobadas sobre la peligrosidad por infectividad de los residuos tanto para la salud humana o animal como para el medio ambiente. Este fue el origen de la norma oficial mexicana NOM-087-ECOL-1995⁸, que fue abrogada en 2003 y sustituida por la NOM-087-ECOL-SSA1-2002⁴, que tanto dinero ha costado a los centros de salud que la incorporaron a su manejo de residuos.

No se consideró como plantea Yepes⁹, que residuo infeccioso es sólo aquel que es capaz de producir una enfermedad infecciosa, y que no existe actualmente un test lo suficientemente confiable para evaluar la infectividad de los residuos, lo cual hace que esta definición tenga una gran subjetividad, y conduce a que los volúmenes de residuos infecciosos dentro de los residuos hospitalarios tengan una gran variabilidad.

No se pudo encontrar evidencia científica reportada de infecciones en la comunidad asociadas a desechos hospitalarios y sólo existen algunos reportes anecdóticos no publicados. El personal que manipula los desechos hospitalarios tiene el mismo riesgo de infecciones que el personal que realiza otras funciones dentro del hospital. Se exceptúa el personal que manipula material cortó-punzante en actividades de atención directa de pacientes o el que maneja muestras microbiológicas, quienes tienen mayor incidencia de exposiciones e infecciones. La Sociedad Chilena de Control de Infecciones y Epidemiología Hospitalaria¹⁰ plantea que el personal de la industria de los desechos que ha tenido exposiciones no ha tenido mayor riesgo de adquirir infecciones que se pueden transmitir por la sangre, y el personal de la industria de los desechos que maneja residuos hospitalarios tiene igual prevalencia de hepatitis "B" que el personal que sólo maneja residuos domésticos. Según estudios de la Sociedad Argentina de Infectología¹¹ numerosos datos de la bibliografía revelan que los residuos domiciliarios contienen hasta 100 veces más que los residuos hospitalarios diversos microorganismos con capacidad potencial de producir enfermedad. El Comité de Control de Infecciones del Instituto Nacional de Cancerología de México¹² plantea que estos residuos, fuera del ambiente hospitalario, exceptuando el material punzo-cortante, no requieren tratamiento especial, ya que no condicionan un riesgo para la salud pública.

El estar incluidos en la misma clasificación de peligrosos los residuos biológicos-infecciosos y los químicos en el "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos", complica su análisis, pues las características peligrosas de los compuestos químicos para el ambiente y la salud (no biodegradabilidad, toxicidad, persistencia y movilidad) están

presentes en los materiales o residuos corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables, pero no en los biológicos. Además los riesgos potenciales o reales de los residuos químicos peligrosos cuentan con diversas metodologías de evaluación, no existiendo las mismas para el caso de los residuos biológico-infecciosos de hospitales u otro centro que los maneje. Hasta el término biológico-infeccioso es inadecuado, pues tiene que ser biológico para ser infeccioso, ninguna sustancia física o química es infecciosa. Podrían utilizarse con mejor significado los términos residuos biopeligrosos, biocontaminados o infecciosos.

El Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Cuba¹³ señala que se ha demostrado que los principales efectos sobre la salud asociados a la exposición a residuos peligrosos son los siguientes: lesiones de parénquimas diversos, carcinogénesis, meta génesis, teratogénesis, así como efectos inmunológicos, hematológicos y neurológicos. Ninguno de estos efectos tiene relación con patologías provocadas por microorganismos infecciosos.

El riesgo potencial o real que representan los residuos biopeligrosos desde su potencial infectividad es tan subjetivo que habría entonces que clasificar los hospitales según el tipo de pacientes que atienden, pues un Hospital de Cancerología por ejemplo no atiende pacientes que ingresen por enfermedades infecciosas, por lo que en sus residuos no habría agentes infecciosos fuera de lo común; mientras que en un hospital con enfermedades de transmisión digestiva si hay agentes infecciosos y los factores ambientales desempeñarían una función fundamental en la diseminación de dichos agentes¹⁴.

Si tenemos en cuenta como plantea Barquín Calderón¹⁵, que las enfermedades infecciosas y parasitarias son procesos morbosos agudos o crónicos debido a la presencia de ciertos agentes vivos que resultan nocivos para el organismo del hombre y también de los animales, debemos considerar que el riesgo mayor de contagio lo presenta el personal que está cercano a los enfermos, ya sea la vía de transmisión respiratoria, digestiva o por vectores y no precisamente los medios ambientales como el suelo, el agua o el aire donde el tiempo de supervivencia de los microorganismos patógenos está condicionado a su tipo de hábitat y al manejo que se haga de los residuos.

En algunos países se ha priorizado en la normatividad la conveniencia de la incineración para los residuos sólidos hospitalarios sobre otros métodos de tratamiento, lo cual ha sido motivado más por intereses de grupos influyentes propietarios de los incineradores y por compromisos de las autoridades, que por los verdaderos riesgos que representan los residuos nosocomiales al medio circundante, teniéndose poca consideración sobre la peligrosidad de los gases de emisión de las chimeneas de estas instalaciones en el ambiente y en la salud humana y animal, fundamentalmente por la gran cantidad de productos y embalajes plásticos de PVC (policloruro de vinilo) que se utilizan actualmente en los hospitales y que al quemarse junto con materia orgánica forman dioxinas, furanos y otros compuestos orgánicos clorados de efectos mutagénicos, carcinogénicos y teratogénicos en diferentes formas de vida. Por otra parte hay que tener presente

que los mayores riesgos se encuentran en el hospital y es ahí donde se deben optimizar las medidas sanitarias para evitar cualquier posible infección.

Muchas plantas de incineración en los países desarrollados han tenido que cerrar debido a la existencia de regulaciones de emisión estrictas en cuanto a dioxinas y furanos, pero en México esas regulaciones aún no existen. Greenpeace¹⁶ cita como métodos alternativos más económicos que la incineración y libres de producir dioxinas y furanos: autoclaves, desinfección por microondas y esterilización por vapor.

Otro aspecto a considerar en el mal manejo actual de los productos que se utilizan en los hospitales de México y que encarece significativamente la atención a los pacientes, es que la mayoría de los utensilios y equipos son desechables (elaborados a partir de PVC), debiéndose trabajar por una cultura de la recuperación y el rehusó, para abaratar costos y disminuir residuos, sustituyéndose los productos de PVC por productos reutilizables que se puedan esterilizar y reincorporarse a la asistencia médica, ya sea utilizando PE (polietileno), PP (polipropileno), EVA (etil vinil acetato), caucho, silicona, o vidrio. Se estima que aproximadamente el 9.4% de todos los residuos considerados como infecciosos son de PVC¹⁶.

Costos y beneficios

En el análisis costo-beneficio de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995, las autoridades de Salud informan que debido a su aplicación en 1998 la Secretaría de Salud y el Instituto Mexicano del Seguro Social gastaron 1 700 millones de pesos, mientras que por ejemplo el programa de prevención de la transmisión del SIDA por vía materna era de 170 millones de pesos, diez veces menor. Si se toma en cuenta que no se han documentado casos de transmisión de SIDA por manejo de residuos biológico-infecciosos (biopeligrosos), es evidente que el costo de su manejo es desproporcionado con relación a su contribución a prevenir la transmisión de esta enfermedad¹⁷.

Según Saldaña¹⁸ el sector salud erogaba hasta 1999 un promedio anual de 421 millones 851 mil 487 pesos solamente en el tratamiento de los desechos hospitalarios, cantidad que podría equivaler al gasto de urgencias, consulta externa y hospitalizaciones de los Institutos de Nutrición, de Enfermedades Respiratorias y Perinatología en igual período.

En el Distrito Federal se generaron en el año 2000, 57 mil toneladas anuales de desechos provenientes de distintos establecimientos de salud (26 hospitales, 157 centros de salud, 4 servicios médicos en reclusorios y 16 jurisdicciones de salud), de los cuales según Benitez Gil¹⁹ 26 mil toneladas fueron consideradas residuos biológico infecciosos. De datos aportados por Provencio²⁰ sólo en la ciudad de México, el sector salud cuenta con alrededor de 1000 Unidades Médicas establecidas, las cuales prestan servicios de los tres niveles de atención y pertenecen tanto al sector público como al sector privado. Desde el año 2003 en el Distrito Federal se gastan en promedio 6 pesos por kilogramo para la eliminación de

Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos, lo que constituye un gasto fuerte para los hospitales de Tercer Nivel, los cuales generan entre 400 y 600 kilogramos de estos desechos al día, lo que les representa un dispendio aproximado de 90 mil pesos al mes. En el caso de los hospitales pequeños con bajos niveles de generación el precio que tienen que pagar a las diferentes empresas prestadoras de servicios de tratamiento y disposición final de los residuos es caro, al ubicarse entre los 13 a 15 pesos el kilogramo en promedio²¹.

Las dos Normas Oficiales Mexicanas aprobadas^{4,8} sólo se han ocupado de los residuos peligrosos biológico- infecciosos en hospitales, lo cual deja un vacío regulatorio en el resto de los residuos peligrosos, ya sean éstos de origen químico con características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad y explosividad; o fármacos caducos; o de origen radiactivo²². Tanto los desechos químicos como los físicos (radiactivos) presentan mayor peligrosidad al medio ambiente que los biológico-infecciosos.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS)²³ plantea que hay que tener presente que el correcto gerenciamiento de los residuos sólidos significa no sólo controlar y disminuir los riesgos, sino lograr la minimización de los residuos desde el punto de origen, lo cual elevaría también la calidad y eficiencia de los servicios que brinde el centro de atención de salud. Desde la perspectiva del centro de servicios; ésta es la actividad más deseada, porque se minimizan los costos de manipulación de residuos, reciclaje y evacuación, ya que parte de los desechos nunca se entregan al sistema de recolección.

Según datos de la Empresa SteriMed²⁴, la capacidad instalada de la industria para tratamiento de residuos biológico-infecciosos era en 2001 superior en cuatro veces a la generación de residuos en todo el país, predominando el tratamiento por incineración sobre los tratamientos por esterilización, pirólisis, químico y por radioondas, existiendo un total de 38 plantas tratadoras autorizadas con una capacidad total instalada de 616.3 toneladas/día, para una generación total calculada en 150 toneladas/día. También existían un total de 152 vehículos autorizados con capacidad entre 1.0 y 22.0 toneladas.

Rosas Dominguez²⁵ plantea que en 2003 existían en México 35 empresas autorizadas para la incineración de residuos peligrosos con 43 incineradores operando, 37 para RPBI y 6 para residuos industriales. En este año el estimado de RPBI de generación por cama según cifras oficiales del sector salud, comentadas por la SEMARNAT²⁶, era de 1.5kg/día y de acuerdo al número de camas censables existentes en el país que era de aproximadamente 127 000, la generación total que se obtenía por día era de 191 toneladas.

Los hospitales del sector salud de la Ciudad de México generan anualmente en promedio 180 mil kilogramos de desechos hospitalarios, mismos que antes de las reformas a la norma mexicana NOM-087_ECOL-SSA1-2002 representaban un gasto de alrededor de un millón 80 mil pesos que los nosocomios tenían que pagar a las empresas especializadas en el tratamiento y disposición final de estos residuos,

según informes de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la Secretaría de Salud²⁷.

El tener que enviar los desechos a estas industrias ha producido una merma en el presupuesto hospitalario tanto por la implementación como por el pago a las compañías que prestan el servicio para transportación y manejo de éstos, en promedio entre 6 y 14 pesos el kilo^{12,21}. Muchos de estos desechos son comunes y podrían ser recogidos por 0.50 pesos el kilogramo, que es el cobro efectuado por la recogida de los residuos domésticos.

1.1 Definiciones ambientales

La factibilidad técnica y económica de efectuar un adecuado manejo de estos residuos, está directamente relacionada con la posibilidad de implementar una efectiva separación en el origen de las distintas fracciones peligrosas. El mezclar los desechos infecciosos con el resto de los residuos, obliga a tratar el conjunto resultante con los mismos procedimientos y precauciones aplicables a las fracciones infecciosas, encareciendo y dificultando la operación del sistema.

Es importante definir muy claramente cuales serán los residuos considerados infecciosos y poner en conocimiento del personal médico, paramédico, auxiliar y de servicio esta definición. La caracterización y el manejo intra y extrahospitalario de los residuos, representan una gran responsabilidad y deben estar claramente definidos.

La capacitación a todo el personal involucrado en el manejo de los desechos hospitalarios es una actividad imprescindible para el correcto manejo de los mismos²⁸.

No se pudo encontrar a nivel nacional o internacional ningún estudio que demuestre que el desecho hospitalario es más infeccioso que la basura residencial y se conoce que microorganismos comunes como *Pseudomona aeruginosa*, *Klebsiella sp.*, *Proteus sp.*, *Enterobacter sp.*, y *Streptococos Grupo D*, se encuentran en mayores cantidades en desechos domésticos²⁹. Weber y Rutala³⁰ de la Universidad de Carolina del Norte, estudiaron la basura desechada por hospitales y la compararon con la basura obtenida de domicilios, demostrando que la cantidad de gérmenes era mucho mayor en la proveniente de los hogares. Estudios realizados por Kalnowski y colaboradores²⁹ han demostrado que los desechos domésticos tienen hasta 100 veces más microorganismos y mayor variedad de agentes por centímetro cúbico que los desechos hospitalarios. En el caso de los desechos que provienen de sectores de aislamiento de los hospitales, se ha documentado que no contienen más microorganismos ni mayor variedad de éstos que los desechos que provienen de salas comunes¹⁰.

Los residuos peligrosos de establecimientos de salud, en términos regionales representan menos del 1% del total de residuos sólidos municipales (RSM) generados por día, los que sobrepasan las 300 000 toneladas diarias. Acurio y colaboradores³¹ plantean que de forma general en América Latina la generación

unitaria de residuos hospitalarios se ha estimado en 3.0 kg/cama/día y la parte peligrosa en 0.5 kg/cama/día aproximadamente.

Actualmente la mayoría de los enfermos crónicos reciben tratamiento ambulatorio, como es el caso de los que reciben hemodiálisis, los diabéticos y los pacientes con SIDA, así como los que padecen otras enfermedades contagiosas como la Hepatitis "B", la Hepatitis "C", etc. Todo el material que estas personas utilizan y posteriormente desechan, se arroja a la basura municipal sin ningún tipo de separación y mucho menos teniéndose que hacer irreconocible.

El mayor número de desechos punzocortantes y contaminados con sangre, fluidos, secreciones y excreciones de individuos infectados o afectados por diversas enfermedades infecciosas se genera en los hogares, como ejemplos podemos citar: los pañales de niños con diarreas, las toallas faciales, las heces de animales, los restos putrefacibles de comidas, la sangre, los pañuelos desechables, las toallas higiénicas y las jeringas y agujas hipodérmicas usadas que han entrado en contacto o están impregnados de material biológico conteniendo gérmenes. Además hay que considerar que el 70% de los casos de internamiento en hospitales de México es por razones ginecoobstétricas³².

Las medidas especiales para el manejo de los residuos hospitalarios implementadas en los países que han regulado al respecto, han encarecido enormemente sus costos, hasta siete veces, sin que se haya demostrado beneficio alguno con las mismas. Es de interés mencionar que con frecuencia las evaluaciones de las medidas especiales para el manejo de los desechos infectantes subestiman el costo real, principalmente en los sistemas en que las regulaciones incluyen multas, pues se tiende a sobre clasificar como infectante a los desechos a fin de evitar sanciones¹⁰.

De la revisión bibliográfica que se realizó para esta tesis, así como de las entrevistas establecidas con funcionarios de la SEMARNAT y de la Secretaría de Salud se puede decir que en el país no se conoce que exista una Metodología para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos Hospitalarios.

La norma actual NOM-087-ECOL-SSA1-2002⁴, permitirá disminuir los onerosos gastos que provocaba la aplicación de la NOM-087-ECOL-1995, no obstante debe seguirse trabajando en el perfeccionamiento de la misma, pues su gran limitante consiste en carecer de bases científicas que justifiquen considerar a los residuos de hospitales diferentes a los residuos comunes, aún después de haber sido sometidos a algún tipo de tratamiento las fracciones biopeligrosas. Como ejemplo podemos señalar que no existe ninguna evidencia científica para asegurar que la sangre desechada en los hospitales es más contaminante que la sangre que se desecha mensualmente en la basura municipal generada por millones de mujeres en el país³³ (cada mujer aporta 1 litro de sangre en los residuos como promedio al año), aunque hay que considerar que la calidad de la sangre en los residuos provenientes de un hospital es diferente de la proveniente del endometrio de las mujeres. Debe destacarse que los tejidos que se obtienen en cirugía o necropsia, antes de ser

procesados son fijados en formol al menos por 24 horas, sustancia que inactiva prácticamente todo agente patógeno.

Es evidente que hay desechos que requieren de un manejo especial, como es el material procedente de los laboratorios clínicos, de microbiología y de patología, pero existen diversos métodos de tratamiento que pueden ser utilizados, adecuándolos a las características de las diferentes instalaciones de salud del país.

La normatividad vigente sólo regula en hospitales los desechos peligrosos biológico-infecciosos, lo cual es muy desacertado al no emitirse especificaciones para el manejo integral de los desechos comunes o peligrosos de otro tipo. Como ejemplos podemos citar que no se menciona en alguna norma el efecto para centros de salud del riesgo ecológico producido por los desinfectantes ni se regula su uso, no se tiene en cuenta la disposición final de los medicamentos caducos, no se especifica que hacer con los recipientes presurizados, y tampoco se regula el uso y abuso del plástico PVC.

En México el riesgo de infecciones originadas a partir de la basura hospitalaria ha sido sobredimensionado, pues realmente la basura (residuos) biológica infecciosa debería considerarse "biopeligrosa", y priorizarse la atención básicamente, sobre:

- a) Materiales y dispositivos punzocortantes contaminados con sangre (deben ser desechados en contenedores rígidos), y
- b) Materiales y cultivos de laboratorio de microbiología (deben ser esterilizados en autoclave).

Los residuos patológicos deben ser preferentemente inhumados y no incinerados ahora que la norma lo permite, pues son significativas cantidades de sustancias orgánicas que al unirse con plásticos clorados de los diferentes utensilios desechados y ser sometidas a temperaturas no siempre bien controladas se convierten en precursores de las dioxinas y furanos.

En los laboratorios de los hospitales, la esterilización de muestras infecciosas ya analizadas constituye un adecuado ejemplo de tratamiento de residuos en el origen, lo cual reduce sustancialmente los riesgos al personal expuesto y al ambiente, y minimiza costos si estos residuos pudieran ir normalmente a la basura común, no teniéndose que hacerse irreconocibles como especifica la norma.

Las ventajas que se obtendrán por contar y poder aplicar una Metodología para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos Hospitalarios son:

- Brindar información sobre los vacíos legales existentes en el Marco Jurídico Mexicano sobre el tema.
- Poder efectuar la clasificación de los diferentes residuos sólidos generados en los hospitales y presentar opciones de manejo de los mismos.
- Contar con un precedente en el manejo de residuos biológicos que sirva no sólo a los hospitales sino a todos los centros que manejen residuos biopeligrosos.
- Poder orientar y sensibilizar al personal involucrado en el manejo de residuos hospitalarios sobre los riesgos potenciales y reales de éstos, así como sobre la

necesidad de efectuar una adecuada segregación de los mismos para minimizar el volumen y peso de los residuos considerados biopeligrosos.

- Brindar opciones de tecnologías in-situ para convertir el residuo biopeligroso a residuo municipal.
- Proporcionar información sobre los riesgos reales de la incineración y las ventajas de otras tecnologías que no incineran, son fáciles de operar, no presentan emisiones tóxicas y esterilizan el residuo biopeligroso.
- Disminuir los costos asociados al manejo de la gran cantidad de residuos considerados actualmente como biológico-infecciosos (biopeligrosos), al minimizar la proporción y volumen de los mismos.
- Presentar los Términos de Referencia para la realización de un Plan de Manejo Intranosocomial de los Residuos Biológico-Infecciosos (biopeligrosos) procedentes de Hospitales.

1.2 Términos Sanitarios

AGENTE CAUSAL: Cualquier elemento que actúe como causa determinante y sea capaz de producir una desviación de la salud. Habitualmente los agentes se clasifican en físicos, químicos, biológicos y sociales. Constituye el primer eslabón en la cadena de transmisión de las enfermedades. Los agentes causales de los procesos infecciosos son agentes biológicos, es decir, organismos patógenos que constituyen un grupo de seres vivos capaces de parasitar al hombre y producir una infección o una enfermedad infecciosa.

AGENTE INFECCIOSO: Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso.

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía.

CADENA EPIDEMIOLÓGICA O CADENA DE TRANSMISIÓN: Es la forma de representación en un modelo epidemiológico de los factores (eslabones) que intervienen en la génesis de todas las enfermedades transmisibles. Los seis factores básicos que estructuran la cadena son los siguientes: agente causal, reservorio, puerta de salida, vía o mecanismo de transmisión, puerta de entrada y organismo susceptible.

CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS: Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.

CONTAMINANTE: Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

CONTAMINACIÓN: La presencia en el ambiente de una o más sustancias o de cualquier combinación de ellas que perjudique o resulte nocivo a la vida, la salud y el bienestar humano, así como a la flora y la fauna, o que degraden la calidad del aire, del agua, del suelo o de los bienes y recursos en general.

DISPOSICIÓN FINAL: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

ENFERMEDAD TRANSMISIBLE: Es cualquier enfermedad causada por un agente infeccioso específico o sus productos tóxicos, que se manifiestan por la transmisión de este agente o sus productos, de un reservorio a un huésped susceptible, ya sea directamente de una persona o animal infectado o indirectamente por medio de un huésped intermediario, de naturaleza vegetal o animal, de un vector o del medio ambiente inanimado.

ENVASE: Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo.

EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL: Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman.

FUENTE DE INFECCIÓN: Es generalmente un elemento inanimado del cual los agentes causales de las enfermedades pasan inmediatamente al huésped susceptible, o sea, la fuente de infección es el elemento infectante para el hombre.

GENERACIÓN: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

GENERADOR: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final; a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

HOSPEDERO O HUÉSPED: Se denomina así a la persona o animal vivo que en circunstancias naturales permite la subsistencia o el alojamiento de un agente patogénico.

INCINERACIÓN: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica; en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y el plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno.

INFECCIÓN: Alojamiento, desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en un huésped.

INFECTIVIDAD: Es la propiedad del agente de poder alojarse y multiplicarse (infectar) dentro de un huésped. Se mide por el número mínimo de partículas infecciosas que se requiere para producir una infección.

LIXIVIADO: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representando un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

MANEJO INTEGRAL: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización y de eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

MATERIAL: Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que estos generan.

ORGANISMO SUSCEPTIBLE: Constituye el último eslabón (sexto) de la cadena de transmisión de las enfermedades. En las enfermedades transmisibles, es cualquier humano o animal que supuestamente no posee resistencia contra un agente infeccioso determinado, que lo protege contra la enfermedad si llega a estar en contacto con el agente causal.

PATÓGENO: Un agente, generalmente infeccioso, capaz de causar enfermedad.

PATOGENICIDAD: Capacidad de un agente de producir enfermedad en un hospedero susceptible.

PELIGRO: Propiedad intrínseca de las sustancias o agentes de tipo corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica o infecciosa que, independientemente de su estado físico, si hay exposición de los seres vivos, el ambiente o los recursos naturales se convierte en un riesgo para los mismos.

PLAN DE MANEJO: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

PUERTA DE ENTRADA DEL AGENTE CAUSAL: Quinto eslabón de la cadena de transmisión. Corresponde al lugar o localización exacta del cuerpo del ser vivo susceptible, por donde penetran los agentes causales de las enfermedades transmisibles.

PUERTA DE SALIDA DEL AGENTE CAUSAL: Tercer eslabón de la cadena de transmisión. Recibe este nombre el lugar o sitio del reservorio por donde salen al medio ambiente los agentes causales de las enfermedades transmisibles. Las puertas de salida

pueden ser naturales y artificiales, entre las primeras se incluyen las fosas nasales, la boca, la piel y las mucosas lesionadas, así como también el ano, el meato urinario y el introito vaginal. Las artificiales son mecánicas, pues se originan por la ruptura traumática de la piel y las mucosas.

RECICLADO: Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.

RESERVORIO: Es la guarida natural donde habita el agente causal y de la cual depende su supervivencia, multiplicación y reproducción; está representado, por el hombre, los animales y excepcionalmente por un elemento inanimado, a partir de los cuales puede ser transmitido a un huésped susceptible. Representa el segundo eslabón en la cadena de transmisión de cualquier enfermedad.

RESIDUO: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.

RESIDUOS BIOCONTAMINADOS: Materiales de desecho generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes infecciosos que si encuentran condiciones propicias (vía de transmisión, puerta de entrada y huésped susceptible) puedan causar efectos nocivos a la salud, o al ambiente.

RESIDUOS HOSPITALARIOS: Distintas variedades de desechos generados en establecimientos de salud, como consecuencia del funcionamiento de los mismos.

RESIDUOS INFECCIOSOS: Residuos que contiene gérmenes patógenos en cantidad y con virulencia suficiente como para que la exposición de un huésped susceptible al residuo pueda dar lugar a una enfermedad infecciosa.

RESIDUOS PATOLÓGICOS: Residuos en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso que presentan características de toxicidad y/o actividad biológica que pueden afectar directa o indirectamente a los seres vivos y causar contaminación del suelo, el agua o la atmósfera.

RESIDUOS PELIGROSOS: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

RESIDUOS SÓLIDOS PATÓGENOS: Residuos que por sus características y composición pueden ser reservorios o vehículos de infección a los seres humanos.

RESIDUOS SÓLIDOS TÓXICOS: Residuos que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, pueden causar daño y aún la muerte a los seres vivientes o pueden provocar contaminación ambiental.

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos

que consumen y de sus envases, embalajes o empaques. Los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

REUTILIZACIÓN: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación.

RIESGO: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasione efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

SANEAMIENTO: Control de todos los procesos físicos, químicos, mecánicos y biológicos cuyas influencias o factores ejercen de manera directa o indirecta un efecto significativo sobre la salud física, mental y social; así como sobre el bienestar del hombre y la sociedad.

SUSCEPTIBLE: Cualquier persona o animal que se supone disminuye o pierde su resistencia contra un agente patógeno determinado, y por esta razón puede contraer la enfermedad si se pone en contacto con el mismo.

SUSCEPTIBILIDAD: Término que refiere el grado de resistencia contra un agente patógeno específico para prevenir una enfermedad cuando se expone el ser vivo al agente.

TRATAMIENTO: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

TRATAMIENTO POR ESTERILIZACIÓN: Procedimiento que permite, mediante radiación térmica, la muerte o inactivación de los agentes infecciosos contenidos en los residuos peligrosos.

VECTOR: Es generalmente un artrópodo u otro animal que transmite el agente causal de la enfermedad por inoculación, por mordedura, o depositándolo sobre la piel, los alimentos u otros objetos. El vector puede sufrir la infección o ser portador pasivo o mecánico del agente causal.

VÍAS O MECANISMOS DE TRANSMISIÓN: Son las distintas formas, modos o mecanismos que tienen que utilizar los agentes biológicos al pasar desde su reservorio hasta el nuevo huésped susceptible. Constituye el cuarto eslabón de la cadena de transmisión. Estas vías de transmisión se clasifican en digestiva, respiratoria, por contacto, por vectores y no bien conocida (ejemplo lepra).

VIRULENCIA: Capacidad que tiene el organismo (agente causal) para producir una reacción patológica severa. No se refiere solamente a la regularidad con que se produce la enfermedad, sino a la severidad.

VULNERABILIDAD: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.

CURSOS ABIERTOS

MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

CA 96

TEMA

II. MARCO LEGAL MEXICANO EN
MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

MÓDULO II. MARCO LEGAL MEXICANO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (RP)

Según Solorzano Ochoa³⁴, los aspectos legales y normativos relacionados de manera específica con los residuos peligrosos, fueron desarrollados en México a partir del año de 1988 por la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).

Debe señalarse, que si bien son varias las dependencias del Ejecutivo Federal involucradas en la elaboración y publicación de ordenamientos relacionados con los RP, en este documento se presta especial atención a los ordenamientos generados por la hoy Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Entre las otras dependencias del Ejecutivo que han emitido ordenamientos en relación con los RP, se encuentran la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Secretaría de Salud (SSA), la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), etc.

II.1 Marco Jurídico General

El elemento normativo básico del que emanan todos los ordenamientos jurídicos en México se encuentra representado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, presentándose en orden jerárquico, las leyes, los reglamentos y las normas (normas oficiales mexicanas). Así, una ley sobre un tema específico requiere de reglamentos y normas para que pueda ser aplicada³⁴. El siguiente esquema muestra la estructura jerárquica del sistema normativo en México, para el caso particular de los residuos peligrosos:



II.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Este ordenamiento, promulgado el 5 de febrero de 1917, no menciona de manera explícita y directa aspectos relacionados con los RP. Sin embargo, establece claramente en varios de sus artículos los conceptos básicos que dan fundamento y origen a los ordenamientos de nivel jerárquico inferior.

De esta manera, en el artículo 4 se menciona el derecho de toda persona a la protección de su salud, señalando que el desequilibrio del ecosistema no afecte a la población y en especial al individuo. El artículo 24 se refiere al uso de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente, mientras que el artículo 27 incorpora el concepto de conservación de los recursos naturales, así como el de prestar atención a los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico. Por su parte, el artículo 73 menciona el aspecto de expedición de leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

II.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)³⁵.

Esta Ley fue publicada originalmente en el Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 28 de enero de 1988, posteriormente fue modificada y la versión correspondiente se publicó en el DOF el viernes 13 de diciembre de 1996.

La LGEEPA se encuentra estructurada en seis títulos y compuesta por un total de 214 artículos (incluyendo 10 transitorios); se mencionan a continuación aquéllos directamente relacionados con los RP.

El Título Primero, Capítulo I (artículo 3°) define, entre otros conceptos, a los residuos peligrosos, como: "todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente".

El Capítulo VI (Materiales y Residuos Peligrosos) del Título Cuarto (Protección al Ambiente), está dedicado totalmente a los RP, contando con seis artículos (la versión primera de la Ley contemplaba cuatro). El artículo 150 determina que los RP deberán ser manejados con arreglo a la Ley, Reglamento y normas aplicables. Por su parte, el artículo 151 determina que la responsabilidad del manejo y disposición final de los RP corresponde a quien los genera, mencionando además la responsabilidad de las empresas manejadoras de RP.

El artículo 151 bis establece la obligatoriedad de requerir la autorización previa de la Secretaría para instalar y operar sistemas de cualquier tipo de manejo de RP, y el artículo 152 menciona la promoción de programas de minimización, reuso y reciclaje de RP. En el artículo 152bis se cita la obligatoriedad de recuperar suelos dañados por RP. Finalmente, el artículo 153 menciona las condiciones que deben observarse en la eventual importación y exportación de RP.

II.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos³⁶.

Posterior a la primera publicación de la LGEEPA, el 25 de noviembre de 1988 apareció en el DOF el **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos**, con objeto de suministrar un instrumento para el desarrollo y aplicación de los conceptos establecidos en la LGEEPA.

Este reglamento, actualmente en proceso de modificación, está estructurado en cinco capítulos y 63 artículos ordenados de la siguiente manera:

- Capítulo I. Disposiciones generales.
- Capítulo II. De la generación de residuos peligrosos.
- Capítulo III. Del manejo de residuos peligrosos
- Capítulo IV. De la importación y exportación de residuos peligrosos.
- Capítulo V. De las medidas de control y seguridad y sanciones.

Es importante destacar que la nueva versión de este Reglamento, ha sido sometida a revisión y contempla un enfoque diferente para incluir no solamente residuos peligrosos, sino también materiales peligrosos y actividades riesgosas.

De esta forma, un nuevo ordenamiento propuesto lleva el título de Reglamento en Materia de Materiales y Residuos Peligrosos y Actividades consideradas como Altamente Riesgosas. Entre las novedades a destacar en este documento, que anteriormente no fueron consideradas por la autoridad competente, además de las que sugiere el propio título del ordenamiento, se encuentran³⁴:

- la separación entre grande y pequeño generador, y
- la categorización de la peligrosidad de un residuo.

II.1.4 Normas Oficiales Mexicanas

En el último nivel de la estructura jerárquica del marco normativo, se encuentran las normas oficiales mexicanas (NOM) en materia de residuos peligrosos. A partir de 1988, la SEDUE publicó siete normas en materia de residuos peligrosos, denominadas en ese momento Normas Técnicas Ecológicas (NTE).

Con la publicación de la Ley Federal de Metrología y Normalización, publicada el 16 de julio de 1992, se modificaron ciertas condiciones entre las cuales se planteaba la homogeneización de la nomenclatura de las normas mexicanas. De esta manera, mediante Decreto publicado el 29 de noviembre de 1994, las siete normas técnicas ecológicas en materia de RP actualmente presentan la siguiente nomenclatura (se anota entre paréntesis la anterior):

1. NOM-O52-SEMARNAT-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (antes NOM-052-ECOL-1993).
2. NOM-O53-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (antes NOM-053-ECOL-1993).
3. NOM-O54-ECOL-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-O52-ECOL-1993 (antes NOM-CRP-003-ECOL/93).
4. NOM-O55-ECOL-1993, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto los radiactivos (antes NOM-CRP-004-ECOL/93).
5. NOM-O56-ECOL-1993, que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos (ANTES NOM-CRP-005-ECOL/93).
6. NOM-O57-ECOL-1993, que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos (antes NOM-CRP-006-ECOL/93).
7. NOM-O58-ECOL-1993, que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos (antes NOM-CRP-007 - ECOL/93)

Estas normas se convierten así en los instrumentos que permiten la aplicación última de los conceptos legales de la Ley y su Reglamento, y permiten a la autoridad competente la vigilancia y aplicación de sanciones en caso de infringir lo establecido en los mencionados ordenamientos.

Por otro lado, es importante mencionar que actualmente se encuentran en revisión algunas de estas normas, e igualmente existen varios proyectos de nuevas normas, que se expondrán más adelante.

II.1.5 Otros ordenamientos

Además de los cuatro elementos de la estructura jerárquica descritos con anterioridad, existen otros ordenamientos publicados por la autoridad en materia ambiental en relación directa con los RP. Estos consisten básicamente en manifiestos que deben ser presentados y elaborados por los generadores de RP o bien por aquellas entidades dedicadas al manejo de los mismos. Estos documentos son:

1. Manifiesto para empresas generadoras de **RP** (DOF 3 de mayo de 1989)
2. Manifiesto de entrega, recepción y transporte de **RP** (DOF 3 de mayo de 1989)
3. Manifiesto para casos de derrame de **RP** por accidente (DOF 3 de mayo de 1989)
4. Reporte semestral de **RP** recibidos para reciclaje o tratamiento (DOF 3 de mayo de 1989)

5. Reporte mensual de **RP** confinados en sitios de disposición final (DOF 3 de mayo de 1989)
6. Reporte semestral de **RP** enviados para su reciclaje, tratamiento, incineración o confinamiento (DOF 3 de mayo de 1989)
7. Manifiesto para empresas generadoras eventuales de bifenilos policlorados (Gaceta Ecológica N° 11, noviembre 1990)

Con excepción del último manifiesto, la observancia en la elaboración y presentación de estos documentos aplica para los generadores de residuos peligrosos, así como para las empresas que ofrecen los servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

II.1.6 Normas Oficiales Mexicanas en proceso

Actualmente la autoridad y el grupo de trabajo correspondiente se encuentran en proceso de actualizar algunas NOM ya publicadas con anterioridad; igualmente, de manera simultánea se están elaborando las nuevas NOM consideradas como faltantes. A continuación se revisa cada uno de estos dos casos.

Norma en proceso de revisión

NOM-052-SEMARNAT-1993 (antes NOM-052-ECOL-1993), que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Esta norma, que lista los residuos considerados como peligrosos en México, fue modificada y aprobada por el grupo de trabajo correspondiente en agosto de 2000; sin embargo, aún no ha sido publicada en el DOF.

La versión modificada de esta norma presenta cambios interesantes, ya que un factor fundamental que determina el tamaño del mercado de los **RP** es precisamente el que determina cuál residuo es peligroso y cuál no. En este sentido, la nueva NOM-052 por una parte ha eliminado del listado a ciertos residuos considerados anteriormente como peligrosos, y ha agregado otros antiguamente considerados como no peligrosos.

En forma adicional, introduce el concepto de *residuo de baja peligrosidad*, donde se ubican algunos materiales que de acuerdo a la autoridad presentan esta característica. En esta categoría se ubica al *thinner*; fluidos hidráulicos gastados (sic); residuos biológico infecciosos; solventes de talleres gráficos; solventes, gasolina y diesel de talleres mecánicos y estaciones de gasolina; ciertas pilas y baterías, lámparas de vapor de mercurio, medicamentos caducos, etc. La principal consecuencia de esta medida, es que la vigilancia y aplicación de la normatividad para estos residuos, gradualmente será transferida a estados y municipios. Aquí el aspecto inquietante se encuentra representado por el hecho de que no se cuenta con la certeza de que las entidades federativas y municipios, cuenten con los recursos para la aplicación de la normatividad; igualmente, no se puede asegurar el interés y la voluntad para hacerla cumplir, suponiendo que cuenten con los recursos necesarios para ello³⁴.

B) Normas actualizadas

PROY-NOM-098-ECOL-2000. Protección ambiental - incineración de residuos, condiciones de operación y límites de emisión de contaminantes

Esta norma, que después de varios años de ser discutida fue publicada como proyecto el 8 de septiembre de 2000, establece las condiciones en que deben operar los incineradores de residuos en México, tanto peligrosos como no peligrosos. Como parte fundamental se destacan los límites máximos permisibles para una serie de parámetros, sumamente estrictos para los estándares convencionales de operación de este tipo de equipos en México, los cuales han sido adquiridos e instalados cuando no existían referencias normativas.

Otro aspecto importante fue el plazo para que los equipos que estuviesen operando al momento de entrada en vigor de la norma cumplieran con los límites (12 meses).

La discusión de los comentarios enviados por el público dio inicio en reunión efectuada el 14 de febrero de 2001, y se esperaba su publicación como NOM en ese año.

NOM-101-ECOL-2000

Que establece los requisitos y especificaciones para el manejo de aceites lubricantes usados de motores de combustión interna. El objeto de esta norma es que no se pierda el control sobre los aceites usados, una vez que dejen de ser catalogados como peligrosos con la entrada en vigor de la NOM-052. Actualmente existe un anteproyecto, sujeto a discusión.

PROY-NOM-133-ECOL-1999 (Actualmente NOM-133-SEMARNAT-2000)

Que establece las especificaciones para el manejo de bifenilos policlorados (BPC's). Estos compuestos forman parte del grupo de sustancias de atención prioritaria en los acuerdos paralelos en materia de medio ambiente, en el seno del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). De esta forma, se trabajó de manera especial en la elaboración de la norma correspondiente al manejo de estas sustancias, la cual fue publicada como NOM-133-SEMARNAT-2000. Protección Ambiental – Bifenilos policlorados (BPCs) – Especificaciones de manejo.

NOM-087-ECOL- SSA1-2002⁴

Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos – Clasificación y especificaciones de manejo. Con anterioridad a la NOM-052, esta norma fue revisada por el grupo de trabajo correspondiente, con el resultado más sobresaliente de haber eliminado ciertos materiales de la lista de residuos catalogados como peligrosos. En consecuencia, la demanda del servicio de transporte, tratamiento, etc., para este tipo de residuos, se vio significativamente disminuida, con el consecuente disgusto de los propietarios de instalaciones y equipos de transporte. La asociación que agrupa a los tratadores de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI) menciona que la entrada en vigor de la

norma revisada (y aprobada) disminuiría el mercado de estos residuos en un 35%, para quedar en unas 63 ton/día. La capacidad instalada para el tratamiento superó en el 2001 las 600 ton/día)²⁴.

Sobre este proceso puede decirse que la fuerte presión ejercida por la Secretaría de Salud sobre la SEMARNAT para modificar la norma fue un elemento decisivo en su modificación, debido a los recursos que esa Secretaría debía erogar por concepto de manejo de RPBI. La Norma actual no resuelve todas las necesidades de las instituciones de asistencia médica, pero es un paso de avance con respecto a la anterior.

II.1.7 Ordenamientos de otras dependencias.

Además de la autoridad en materia ambiental, existen otras dependencias del ejecutivo federal que han elaborado y publicado ordenamientos que se relacionan directa o indirectamente con el manejo de los RP. La Secretaría de Salud interviene en lo relativo a RPBI, considerados como peligrosos en México.

Por su importancia e implicaciones en el movimiento transfronterizo de RP, y el transporte nacional de estos materiales, se mencionan aquí ordenamientos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

A) Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

Esta dependencia es la responsable de elaborar y publicar los ordenamientos necesarios en materia de transporte de RP en vías generales de comunicación terrestre. En consecuencia, aquellos interesados en prestar el servicio de transporte de RP, sean los propios generadores o un tercero, deberán apegarse a lo establecido en la normatividad emitida por la SCT, cuando los vehículos que en su interior transporten RP transiten por las mencionadas vías de comunicación.

1. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos

Este Reglamento, publicado en el DOF el 7 de abril de 1993 y actualizado el 28 de noviembre de 2003, está estructurado en nueve títulos que comprenden 136 artículos, ordenados de la siguiente manera:

- *Título Primero.* Disposiciones Generales
- *Título Segundo.* Del envase y el embalaje
- *Título Tercero.* De las características, especificaciones y equipamiento de los vehículos motrices y unidades de arrastre a utilizar
- *Título Cuarto.* De las condiciones de seguridad
- *Título Quinto.* Del tránsito en vías de jurisdicción federal
- *Título Sexto.* De los residuos peligrosos
- *Título Séptimo.* De la responsabilidad
- *Título Octavo.* De las obligaciones específicas

- *Título Noveno. Sanciones*

Debe destacarse que *la SCT no se apega a la clasificación de RP establecido en la NOM-O52-ECOL-1993*, sino que utiliza en este Reglamento una clasificación de las *sustancias peligrosas*, aun cuando el título del mismo menciona a los RP.

Esto se deriva del hecho que existen *sustancias peligrosas que no son residuos*, frecuentemente mucho más peligrosas y en mayor volumen que estos últimos, por lo que se tiene que establecer una forma de clasificación más amplia. Existe por otra parte el hecho de que, como se ha mencionado con anterioridad, la SEMARNAT no ha elaborado aún el listado de materiales peligrosos, como lo establece la LGEEPA de 1988. La clasificación establecida por la SCT para las sustancias peligrosas es como sigue:

- Clase 1 Explosivos
- Clase 2 Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión
- Clase 3 Líquidos inflamables
- Clase 4 Sólidos inflamables
- Clase 5 Oxidantes y peróxidos orgánicos
- Clase 6 Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos
- Clase 7 Radiactivos
- Clase 8 Corrosivos
- Clase 9 Varios.

2. Normas Oficiales Mexicanas SCT. Con objeto de dotar a la autoridad competente con instrumentos específicos para la aplicación del Reglamento descrito en el apartado anterior, **la SCT** ha publicado una serie de normas oficiales mexicanas relacionadas con el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. A continuación se mencionan aquellas normas que pueden tener relación más estrecha con el transporte por carretera de **RP**.

- 1) **NOM-002-SCT-2003.** Listado de sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
- 2) **NOM-003-SCT-2000.** Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos.
- 3) **NOM-004-SCT-2000.** Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.
- 4) **NOM-005-SCT-2000.** Información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- 5) **NOM-007-SCT-2000.** Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.
- 6) **NOM-010-SCT2-2003.** Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

- 7) **NOM-011-SCT2-1994.** Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas.
- 8) **NOM-018-SCT2-1994.** Disposiciones para la carga, acondicionamiento y descarga de materiales y residuos peligrosos en unidades de arrastre ferroviario.
- 9) **NOM-023-SCT2-1994.** Información técnica que debe contener la placa que portan los autotanques, recipientes metálicos intermedios para granel (RIG) y envases de capacidad mayor a 450 litros que transportan materiales y residuos peligrosos.
- 10) **NOM-024-SCT2-2002.** Especificaciones para la construcción, reconstrucción, así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- 11) **NOM-043-SCT2-1995.** Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

B) Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)

1. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (DOF 21 de Enero de 1997). Establece las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo.

2. Normas Oficiales Mexicanas STPS

- 1) **NOM-005-STPS-1998.** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- 2) **NOM-010-STPS-1999.** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- 3) **NOM-017-STPS-2001.** Relativa al equipo de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- 4) **NOM-018-STPS-2000.** Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

II.2 Observaciones al Marco Legal

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 3º, contiene dos definiciones aparentemente distintas, las cuales enunciamos a continuación³⁵:

Material peligroso: "Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezcla de ellos que, independientemente de su estado físico represente un **riesgo** para el **ambiente, la salud o los recursos naturales**, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico- infecciosas" (características CRETIB).

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un **peligro** para **el equilibrio ecológico o el ambiente**.

Del análisis de ambas definiciones se pueden inferir algunos aspectos interesantes, tales como:

- La primera definición afirma que los residuos son un tipo de material peligroso.
- La segunda definición es innecesaria por haberse incluido el término residuo peligroso dentro de la primera.
- En el primer caso las implicaciones de los residuos peligrosos son para el ambiente, la salud o los recursos naturales, mientras que en el segundo caso sólo son para el equilibrio ecológico o el ambiente.
- En la primera definición se habla de *riesgo* y en la segunda de *peligro*, no explicándose de forma clara lo que se quiere diferenciar, siendo muy importante definir estos dos conceptos claves en el tema abordado.

Debe destacarse que dentro del contexto de los residuos peligrosos, se entiende el peligro como una propiedad intrínseca de los residuos para producir daño y el riesgo como la probabilidad de que un residuo produzca un efecto adverso o dañino en función de sus propiedades peligrosas y las condiciones de exposición³⁶.

Según Santos Santos³⁷, desde la promulgación en 1976 en Estados Unidos de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA por sus siglas en inglés), la cual regula a los residuos sólidos y peligrosos, ésta ha estado sometida a continuas enmiendas tratando de lograr la mayor afinación y precisión en sus conceptos y alcances; conociéndose que sólo en los diez primeros años fue enmendada en alrededor de veinte veces. Lo que implica que definir materiales o residuos peligrosos de forma legal, implica considerables esfuerzos, da lugar a múltiples desacuerdos y requiere de una continua revisión y afinación a las condiciones cambiantes del entorno.

Según la RCRA, un residuo peligroso es "un residuo sólido, o combinación de residuos sólidos, que por su **cantidad, concentración**, o sus características **físicas, químicas o infecciosas**:

- (A) puede causar o contribuir significativamente a un incremento de la mortalidad o de padecimientos serios irreversibles o de enfermedades incapacitantes reversibles, o
- (B) puede, representar un peligro potencial sustantivo a la salud humana o al ambiente al ser **inadecuadamente tratado, almacenado, transportado, o dispuesto, o manejado de otra forma**".

Comparando las definiciones de residuos peligrosos de ambos países, podemos observar que la de México se sustenta solamente en las características peligrosas de las sustancias contenidas en los residuos, mientras que la de Estados Unidos involucra los conceptos de peligrosidad y riesgo, tomando en

consideración factores tales como la cantidad, concentración y forma de manejo de los residuos, que son los que contribuyen a que se generen riesgos a la salud y al ambiente, conjuntamente con las propiedades físicas, químicas e infecciosas que lo hacen peligroso.

No existe una normatividad en el país para evaluar los riesgos de los residuos peligrosos, donde se debería considerar la relación entre la peligrosidad de los residuos, el volumen y las concentraciones que se manejen, la magnitud de las exposiciones y los demás factores que involucren la evaluación de riesgos en relación con el manejo de tales residuos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-001-1988, que por primera vez se promulgó para clasificar a los residuos peligrosos, constituyó una traducción parcial de las disposiciones al respecto del Código Federal de Regulaciones (CFR 40, parte 261) de los Estados Unidos³⁷ y se incluyeron en ella algunos errores conceptuales, pues no se incorporó la noción de constituyente tóxico o de toxicidad aguda, además de que los listados no estuvieron fundamentados y comprendieron sustancias adicionales a las referidas en el CFR, así como límites máximos permisibles (LMP) inconsistentes para sustancias como los compuestos orgánicos.

Lo anteriormente expuesto provoca suposiciones relativas a que la norma se diseñó con el objeto de favorecer el confinamiento de los residuos peligrosos y no de promover su reciclado o tratamiento.

Aunado a lo ya conocido sobre la definición de residuo peligroso, se debe reflexionar a continuación sobre la definición de residuo de la LGEEPA³⁵:

"Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó".

Esta definición atenta sobre la posibilidad de utilizar el reciclado, en la medida que no reconoce la posibilidad de que el residuo de un proceso pueda constituir una materia prima de otro proceso dentro de una misma instalación o en otra empresa. Esta limitación respecto al reciclado es involuntaria, pues con anterioridad a la promulgación del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y de las Normas Oficiales Mexicanas al respecto, ya México había establecido como política la prevención de la generación de los residuos, su reuso y reciclado, dejando como tercera opción su tratamiento y como última su confinamiento.

La NOM-052-ECOL-1993³⁸ representó adelantos significativos como fueron la incorporación del procedimiento para la identificación de los residuos peligrosos y la corrección de los Límites Máximos Permisibles (LMP), persistiendo aún la deficiencia referida a cual es el constituyente tóxico por el cual se listan los residuos, además de incorporar criterios de reactividad e infectividad, que no

pueden ser medidos por no existir métodos para ello. También se incurrió en un error al cambiar la presencia de cromo por cromo hexavalente³⁸, el cual es incompatible con el proceso de lixiviación, por lo cual su medición no es confiable.

Es preocupante que el inciso 5.2 de la norma, declara que un residuo peligroso listado puede exceptuarse si al realizar el análisis CRETIB, no sobrepasa ninguno de los LMP, lo cual ha permitido que un gran número de empresas logren exceptuar sus residuos como peligrosos con base a lo dispuesto. Esto no tiene una base científica comprobada, con el consiguiente riesgo para el ambiente y las poblaciones expuestas, pues debe considerarse que la mayoría de los compuestos que producen cáncer son básicamente por concentraciones bajas durante tiempos de exposición prolongados; además el análisis CRETIB fue desarrollado sólo con el propósito de evaluar la posible lixiviación de sustancias tóxicas en las condiciones que prevalecen en un tiradero de basura³⁸.

Se mantuvieron en esta norma aspectos negativos de la predecesora, tales como:

- No se mencionan los métodos analíticos para verificar su cumplimiento
- Falta de conceptos sobre constituyentes tóxicos y toxicidad aguda de los residuos

No se entiende tampoco por que se incluyó un anexo 4 con un listado específico sólo para la industria de pinturas.

Debe destacarse que existen dos conceptos básicos al hablar de peligrosidad que no se consideran en la normatividad mexicana, los cuales son:

- Constituyente peligroso
- Productos químicos fuera de especificaciones

El constituyente peligroso es la esencia de la identificación de un residuo peligroso, pues si un residuo presenta un constituyente con características de no biodegradabilidad, movilidad, persistencia o toxicidad, que se puede lixiviar, entonces el riesgo es extremo si se dispone inadecuadamente.

Con respecto a los productos químicos fuera de especificaciones, existe un vacío legal importante³⁷ al definirse las características de toxicidad al ambiente para 51 sustancias en 1988 y para 53 en 1993 en el lixiviado de residuos. Esta situación es muy preocupante, pues implica que pueden aparecer sustancias más tóxicas, persistentes y bioacumulables que cualquiera de la lista, como por ejemplo el DDT, el Benzoantraceno, la Bencidina o las Policlorodibenzodioxinas (PCDDs) y los Policlorodibenzofuranos (PCDFs), que no están en la tabla de la Prueba CRETIB de la NOM 052. Estas sustancias por lo tanto pueden ser depositadas en el suelo o en un tiradero de basura. Además todas las sustancias o productos químicos obsoletos, caducos o fuera de especificaciones pueden no ser clasificados como peligrosos, aunque sean altamente tóxicos, por no estar incluidos en la normatividad actual.

Debe conocerse que la lista de las 53 sustancias de la NOM 052, es más grande que la del CFR de donde fue copiada, la cual es de 39³⁷, no habiéndose justificado de forma pública en que se basó dicha diferencia.

En el país se carece de normas y reglamentos que especifiquen que es lo que se puede depositar en el suelo a través del contenido de sustancias tóxicas totales y lixiviabiles, a diferencia de la legislación existente en los Estados Unidos y Canadá, donde las especificaciones constructivas y de dispositivos para el control y tratamiento de lixiviados y el monitoreo del subsuelo son similares entre un relleno sanitario de residuos sólidos municipales y un confinamiento de residuos industriales peligrosos.

Con respecto a los residuos peligrosos que se consideran en la clasificación de biológico-infecciosos, encontramos que en la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 se establece como residuo peligroso biológico-infeccioso (RPBI) "aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos según la definición de esta Norma, y que pueden causar efectos nocivos a la salud y el ambiente".

La Ley General de Salud³⁹ establece en los artículos 313 y 314 (Decreto por el que se reforma la Ley General de Salud. 26 de mayo de 2000) que compete a la Secretaría de Salud (SSA) el destino final de células, cadáveres y componentes; entendiéndose por destino final, a la conservación permanente, inhumación, incineración, desintegración e inactivación de órganos, tejidos, células y derivados, productos y cadáveres de seres humanos, incluyendo los de embriones y fetos, en condiciones sanitarias permitidas por esta Ley y demás disposiciones aplicables. En el artículo 342 se plantea que cualquier órgano o tejido que haya sido extraído, desprendido o seccionado por intervención quirúrgica, accidente o hecho ilícito y que sanitariamente constituya un desecho, deberá ser manejado en condiciones higiénicas y su destino final se hará conforme a las disposiciones generales aplicables ...

El Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos⁴⁰ entiende en su artículo 6º fracción VIII como destino final de éstos la conservación permanente, inhumación o desintegración, en condiciones sanitarias permitidas por la Ley General de Salud y este Reglamento, de órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos, incluyendo los de embriones y fetos.

Los órganos y tejidos constituyen una de las fracciones de los residuos hospitalarios más pesadas y como hemos visto en la Ley y Reglamento anteriores pueden ser inhumadas siempre que se mantengan las condiciones sanitarias adecuadas. La NOM-087-ECOL-1995 (abrogada) establecía a su consideración que estos residuos eran peligrosos biológico-infecciosos y que debían tratarse por métodos físicos o químicos y volverse irreconocibles. No existiendo justificación alguna para exigirle a los hospitales este tratamiento restrictivo, primero porque estos residuos no siempre eran infecciosos, segundo porque se desconocían otros ordenamientos de mayor

jerarquía sobre el tema y tercero porque estaban haciendo pagar gran cantidad de dinero a los centros hospitalarios por residuos que podían ser inhumados en los panteones con el mismo nivel de riesgo al ambiente que el que podrían proporcionar los cadáveres que allí se depositaban, y que poseían mayor peso (kg).

Afortunadamente esta nueva NOM⁸ publicada en el DOF el lunes 17 de febrero de 2003 amplía la posibilidad de la inhumación, habiendo quedado redactado este punto, de la forma siguiente: Los residuos patológicos deben ser incinerados o inhumados, excepto aquellos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y los que se mencionan en el inciso 4.3.2 de esta Norma Oficial Mexicana (las muestras biológicas para análisis químicos, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento). En caso de ser inhumados debe realizarse en sitios autorizados por la SSA.

A la consideración de este tesista, la Norma recién editada representa un gran paso de avance en cuanto a la desmitificación de la peligrosidad de los residuos biológico-infecciosos, y podrá su implementación ahorrar valiosos recursos a las instituciones de salud. No obstante existen aspectos que deberían analizarse a la luz de los conocimientos científicos más actuales, como por ejemplo el hecho de que los residuos biológico-infecciosos una vez tratados deben hacerse irreconocibles antes de disponerse como residuos no peligrosos en sitios autorizados por las autoridades competentes, lo cual implica que a no ser que se utilice la incineración, tendrían que ser molidos o triturados antes de disponerse, lo que representaría tener locales dentro o fuera de la institución para efectuar el molido o trituración, lo cual no se le exige a los residuos domésticos, que está demostrado que tienen entre 10 y 100 000 más microorganismos que los hospitalarios (toallas faciales, heces animales, pañales, restos putrefacibles de comida, sangre, etc²⁹).

De forma general se puede decir que el incluir a los residuos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos de atención médica en la legislación en la misma categoría de peligrosos que las sustancias químicas, complica sobremedida el control sobre los mismos, pues los microorganismos poseen características y comportamientos fuera de su hábitat natural (huésped vivo) completamente distintas a las características y comportamiento de las sustancias químicas en el medio ambiente. Debe tenerse en cuenta que la mayor cantidad de los residuos potencialmente contaminados por agentes biológicos se produce en las casas pues la mayoría de los enfermos/portadores se encuentran viviendo en la comunidad.

Tampoco se incluye en esta norma otros residuos que también son peligrosos en los establecimientos de atención médica, como son sustancias químicas y físicas de alto riesgo para el ambiente y la población expuesta, pues sólo se orienta a los "biológico-infecciosos". Como ejemplos de residuos cuyo tratamiento y/o disposición final deberían estar normados se pueden citar a los recipientes presurizados, a los residuos radioactivos y a los medicamentos caducos.

Resulta igualmente lamentable la omisión en la Norma actual de garantizar la vacunación anti hepatitis "B" al personal expuesto al contacto con estos residuos.

II.3 Implicaciones del cambio en la normatividad de los residuos peligrosos biológico-infecciosos

A continuación en la tabla No. 1 se compara la clasificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, según la norma abrogada y la actual.

Tabla No.1
COMPARACIÓN ENTRE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS
RELACIONADAS CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-
INFECCIOSOS (NOM-087-ECOL-1995 y NOM-087-ECOL-SSA1-2002)

RESIDUO	NOM-087-ECOL-1995	NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (DOF 17-02-2003)
1. SANGRE	1.1 Los productos derivados de la sangre incluyendo, plasma, suero y paquete globular.	1.1 La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida , así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas.
	1.2 Los materiales con sangre o sus derivados, aun cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.	1.2. No se considera.
2. CULTIVOS Y CEPAS DE AGENTES INFECCIOSOS	2.1 Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos.	2.1 Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico- infecciosos.
	2.2 Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos.	2.2 Utensilios desechables usados para contener , transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos
3. PATOLÓGICOS	3.1 Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.	3.1 Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol.
	3.2 Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.	3.2 Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico, excluyendo orina y excremento.
	3.3 Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o los utilizados en los centros de investigación.	3.3 Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.

Continuación Tabla No.1

4. RESIDUOS NO ANATÓMICOS	4.1 El equipo, material y objetos utilizado durante la atención a humanos o animales.	4.1 Los recipientes desechables que contengan sangre líquida .
		4.2 Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales . líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido céfalo-raquídeo o líquido peritoneal
		4.3 Los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
		4.4 Los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
	4.5 Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.	4.5 Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.
5. OBJETOS PUNZOCORTANTES	5.1 Usados o sin usar. Que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturíes, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares	5.1 Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables , agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio , el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

- La primera modificación radica en relación con los residuos con sangre seca, considerándose peligrosos solamente los residuos con sangre en estado líquido. Esta consideración es muy difícil de instrumentar, pues la sangre puede estar líquida en horas de la mañana y a la hora de recolectar los residuos en la noche ya estar seca, y entonces ya no es peligrosa, por lo que pasaría a ser residuo

común y no sería necesario su tratamiento. Quedaría a consideración de los generadores si éstos residuos son peligrosos o no peligrosos.

- En el caso de los residuos no anatómicos, que representan el mayor porcentaje, tienen que encontrarse los mismos (materiales de curación) para ser considerados infecciosos, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido céfalo-raquídeo o líquido peritoneal. Sucede lo mismo que con la sangre del punto anterior, depende del tiempo transcurrido entre la obtención del residuo y su recogida el que sea peligroso o no, quedando su decisión por el generador.
- Con respecto a los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, el residuo será infeccioso sólo si el médico considera que hay **sospecha o diagnóstico** de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico. O sea es el criterio del médico el que decide en un momento u otro la condición de peligrosidad del residuo, lo cual puede ser científicamente aceptado pero muy complicado en la práctica para el manejo de estos residuos por el personal de intendencia designado.
- Igual ocurrirá con los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o las secreciones de pacientes **con sospecha o diagnóstico** de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico. El personal médico a criterio decidirá cómo caracteriza a los residuos y si éstos deberán tratarse o no.
- Existe una gran incertidumbre sobre cómo se manejarán los residuos hospitalarios que hasta ahora eran considerados peligrosos y de pronto no lo son, no aparece en la Norma ningún comentario al respecto. De llegar al relleno sanitario como basura doméstica, como sabría el personal que allí labora que ya no es peligroso.
- No se conoce si los residuos que ya no son peligrosos deberían ir a una celda específica para "residuos no peligrosos de hospitales" en el relleno municipal, previamente separada para tal fin, con el propósito de evitar la pepena. No existen especificaciones sobre que tipo de transporte recolectará y transportará estos residuos desde la fuente generadora hasta su disposición final.
- No se considera en la Norma el envasado que se utilizará para los residuos hospitalarios "no peligrosos".



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.

CURSOS ABIERTOS

MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

CA 96

TEMA

III. RIESGOS POTENCIALES
GENERADOS POR LOS RESIDUOS
PELIGROSOS HOSPITALARIOS

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

MÓDULO III. RIESGOS POTENCIALES GENERADOS POR LOS DESECHOS PELIGROSOS HOSPITALARIOS

La falta de entendimiento de los mecanismos de transmisión de los microorganismos por parte de las instancias reguladoras, de los medios de comunicación y del público, ha sido causa de muchos errores en la evaluación del riesgo. El reducido número de estudios que cuantifican el riesgo de infección por la manipulación de los desechos hospitalarios infecciosos fuera de los establecimientos de atención en salud (consultorios, hospitales, clínicas, consultas médicas y dentales u otros), es limitado para establecer medidas de manejo. Es evidente que la sobrestimación del riesgo puede elevar considerablemente los costos del manejo de los desechos sin beneficios para la población¹⁰.

No basta que existan microorganismos patógenos en el ambiente para que exista riesgo de infecciones, sino que se requiere una dosis infectante puesta en contacto con la puerta de entrada de un huésped susceptible. Es extremadamente improbable que agentes infecciosos existentes en los desechos se introduzcan en el huésped susceptible por sus sistemas respiratorio, urinario, digestivo o reproductivo; o a través de las mucosas oral, ocular o nasal, si se mantienen las prácticas higiénicas básicas de no ingerirlos o inyectarlos.

Sobre los agentes que pueden transmitirse por la sangre (virus de hepatitis B, virus de hepatitis C y VIH, principalmente), el mecanismo para adquirir la enfermedad requiere que los desechos contengan una cantidad suficiente del agente; que éste se encuentre viable; que un individuo se ponga en contacto con los desechos; que se produzca una lesión percutánea o que ya exista una solución de continuidad de la piel; que una cantidad suficiente del agente viable penetre por esta puerta de entrada; que se desarrolle una infección y que finalmente se produzca la enfermedad. Esta cadena de hechos ha sido claramente documentada en el personal de salud que atiende directamente pacientes si la exposición ocurre inmediatamente o muy cercana al momento en que se ha atendido a los mismos, pero no se ha documentado con posterioridad a este momento. La probabilidad de contagio del VIH por agujas eliminadas en las playas de la ciudad de Nueva York, que tiene alta prevalencia de infección por VIH, ha sido estimada en 1.5×10^{-10} a 3.9×10^{-14} , o sea menor a 1.5 en 10 000 millones de exposiciones¹⁰.

Los trabajadores más expuestos, por su actividad laboral, a adquirir agentes infecciosos hospitalarios son el personal de salud que trabaja directamente con pacientes o con muestras biológicas, y en este personal sólo se han notificado mayor número de infecciones producto de agentes que pueden transmitirse por la sangre y por tuberculosis.

Se han descrito infecciones por manipulación de cadáveres humanos sólo durante la epidemia por virus Ebola en Africa, asociadas a ciertas prácticas funerarias rituales. No hay antecedentes de transmisión de otras enfermedades infecciosas como consecuencia de esta manipulación.

De acuerdo a la evidencia epidemiológica y microbiológica, existen sólo dos tipos de desechos hospitalarios que requieren medidas especiales de manipulación o tratamiento: los residuos del laboratorio de microbiología y el material cortopunzante¹⁰.

No se ha notificado hasta la fecha en el material científico obtenido y consultado, infecciones asociadas al manejo final o tratamiento de desechos infectantes. El relleno sanitario es un método seguro y económico para la disposición terminal de estos residuos. Otros métodos, como la incineración, son caros, de difícil acceso y pueden afectar el ambiente por la eliminación de contaminantes atmosféricos y su uso obligatorio debe ser evaluado contra los beneficios reales que se esperan. Otras medidas propuestas, como es la desinfección de los desechos exponiéndolos al calor o a desinfectantes, aumentan la manipulación y, consecuentemente, el riesgo de cortes o pinchazos en los manipuladores, contravienen las medidas de bioseguridad vigentes, tienen potencial de aumentar la contaminación ambiental, aumentan los costos y no tienen beneficios documentados.

La sangre y otros fluidos corporales pueden descartarse, sin riesgo para la población, en la red de alcantarillado. El mayor volumen de sangre que se elimina al medio ambiente proviene de la comunidad y no de los centros hospitalarios. La mayor parte de la sangre que se desecha, tanto en los hospitales como en la comunidad, es estéril. La sangre se diluye rápidamente disminuyendo la concentración de los potenciales agentes virales eliminados por los portadores de estos agentes, así la probabilidad de ponerse en contacto con una dosis infectante es despreciable³².

La principal fuente de contaminación microbiana de las aguas servidas se produce en la comunidad, por inadecuada eliminación de deposiciones de los pacientes ambulatorios y de los portadores de microorganismos enteropatógenos, no en los hospitales.

México necesita investigaciones sobre el tema, que permitan basándose en sus resultados aplicar Políticas de Manejo racionales, con un mínimo de riesgo a la salud y al ambiente y con un alto grado de optimización de los recursos disponibles para esta problemática. Se necesitan estudios de generación por clasificación de desechos, así como diagnósticos situacionales del manejo de los residuos sólidos hospitalarios, pues hay mucha incertidumbre y manipulación sobre la temática, al igual que falta de conocimientos científicos generalizados sobre la problemática en todas las áreas de competencia involucradas. Las principales dificultades existentes son:

- En el aspecto normativo-legal sólo se contempla el manejo de los residuos biológico-infecciosos, sin existir total coherencia en los términos manejados. No habiéndose legislado sobre el manejo de los residuos comunes, o peligrosos (físicos o químicos) provenientes de instituciones de salud.
- En el aspecto técnico-operativo, existe escasez de recipientes, contenedores y equipos para la segregación, almacenamiento, recolección transporte y tratamiento de los residuos en gran cantidad de hospitales. Tampoco se conoce

por la mayoría de las autoridades de los nosocomios la viabilidad técnico-operativa y económica de las tecnologías de tratamiento más utilizadas a nivel mundial.

- Deficiente capacitación y entrenamiento del personal encargado de la manipulación de los residuos, en aspectos tales como manejo integral de residuos sólidos y líquidos, bioseguridad e infecciones intrahospitalarias, teniendo en cuenta que estas personas pueden poner en riesgo su salud, la de la comunidad y la del ambiente en que se desenvuelven.
- Inadecuada percepción de la ciudadanía sobre los riesgos reales de los desechos biológico-infecciosos al ambiente externo.
- Falta de estudios científicos nacionales sobre el tema, lo que provoca que la normatividad esté basada en criterios y percepciones de autoridades de otros países.

Es muy importante limitar el número y los tipos de desechos médicos que se clasifican como biológico-infecciosos para reducir el impacto económico a los hospitales. Se debe pugnar por una legislación basada en evidencia científica sólida y no en temores irracionales. No existe justificación alguna para utilizar los limitados recursos económicos de los hospitales para tratar basura que no representa amenaza alguna para la salud pública.

El desecho biológico-infeccioso, que forma parte de los desechos hospitalarios, es aquel que es capaz de transmitir una enfermedad infecciosa, y por lo tanto requiere de un manejo y procesamiento especial. Cabe destacar que la presencia por sí sola de un agente infeccioso en el desecho no es suficiente para transmitir una enfermedad infecciosa. Para esto se requiere una combinación de 5 eventos, que se exponen a continuación²:

1. Que contengan microorganismos vivos
2. Que éstos sean virulentos
3. Que se encuentren en una dosis infectiva
4. Que encuentren una vía de ingreso al organismo, y
5. Que los organismos expuestos sean susceptibles y carezcan de defensas

III.1 Conceptos Básicos

¿Por qué utilizamos el riesgo como Unidad de medida?

- Es común a todos los problemas ambientales
- Nos sirve para medir lo que nos interesa: salud y calidad ambiental
- Los riesgos ayudan a diferenciar los problemas ambientales, lo que permite establecer prioridades

Todos los problemas ambientales tienen la posibilidad de causar daño a la salud humana, al ambiente y a la calidad de vida de las sociedades. El concepto de riesgo ambiental ayuda a que las personas puedan discutir sobre problemas ambientales diversos con un lenguaje común. Permite que muchos problemas ambientales

puedan medirse y compararse bajo términos comunes, y permite evaluar diferentes opciones de reducción del riesgo a partir de una base común⁴¹.

1. **Definiciones de riesgo**

- Riesgo a la salud: Posibilidad de lesión, enfermedad o muerte como consecuencia de la exposición humana a un posible factor ambiental peligroso (físico, químico o biológico).
- Riesgo ambiental⁴²: Probabilidad de que ocurran accidentes mayores que involucren a los materiales peligrosos que se manejan en las actividades altamente riesgosas, que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar adversamente a la población, los bienes, al ambiente y los ecosistemas. La evaluación de dicho riesgo comprende la determinación de los alcances de los accidentes y la intensidad de los efectos adversos en diferentes radios de afectación.

2. **Evaluación de riesgos por microbios**

- Los microorganismos patógenos son una de las causas principales de muerte y enfermedad en todo el mundo.
- Una parte significativa de estos riesgos a enfermedad o muerte está asociada en muchos países con la exposición a agua y alimentos contaminados.
- Estos riesgos se pueden prevenir en gran medida con saneamiento apropiado y con la aplicación de tecnologías de control adecuadas.

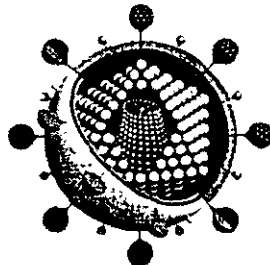
3. **Enfermedad microbiana**

- Generalmente se manifiesta en forma aguda y episódica (en contraste con muchos riesgos químicos que pueden ser crónicos por naturaleza).
- Causada por una amplia variedad de microorganismos.

3. **Microorganismos de interés ambiental**⁴³

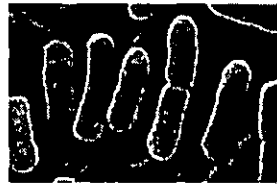
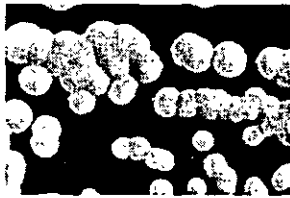
a) **Virus**

- Pequeños (0.02-0.3 μm de diámetro)
- Estructura simple (ácido nucleico+ capa proteínica+ envoltura lipofílica (a veces))
- Sin actividad biológica fuera del huésped
- Los virus entéricos son los más importantes para la salud ambiental
- Ejemplos: Hepatitis A, agentes Norwalk



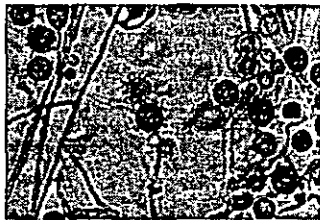
b) *Bacterias*

- Tamaño mayor a los virus 0.5-1.0 μm de diámetro y 0.1 a 5 micras de longitud o más
- Contienen ADN y ARN, aunque la información no está organizada dentro de un núcleo
- Organización interna simple (membrana celular + pared celular)
- Algunas forman esporas altamente persistentes en el ambiente
- Las más importantes son las entéricas y las respiratorias
- Ejemplos: *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*



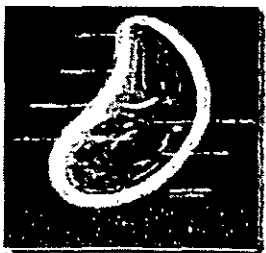
c) *Hongos*

- Son mayores y más complejos que las bacterias
- Su material genético está organizado dentro de un núcleo, y
- La síntesis de proteínas se lleva a cabo por medio del retículo endoplásmico.



d) *Parásitos*

- Pueden ser unicelulares (amibas) o multicelulares altamente complejos como los gusanos
- Amplia variedad de tamaños y formas
- Algunas etapas del ciclo vital (por ejemplo quistes de protozoarios) son muy persistentes en el ambiente
- Ejemplos: *Giardia*, *Cryptosporidium*, diversos helmintos (lombrices)



Cuando se revisa la mayor parte de los accidentes biológicos que ocurren en las instituciones de salud, se observa que los mismos pueden suceder por el inadecuado manejo de desechos. Los más comunes son⁴⁴:

1. Inoculación parenteral de material biológico.
2. Herida con elemento cortante y contacto con material contaminado.
3. Contacto de mucosas o piel lesionadas con material biológico o químico.
4. Inhalación de aerosoles de material biológico o químico.
5. Ingestión de material biológico y/o químico.

Considerando que no hay justificación para considerar que existen más agentes biológico infecciosos en los residuos de un hospital que en los residuos municipales, ni en cantidad ni en variedad, pasaremos a ejemplificar los principales riesgos asociados al manejo de los residuos sólidos hospitalarios y municipales. Debemos recordar que la mayoría de los enfermos portadores de enfermedades transmisibles no se encuentran en los hospitales, sino en sus domicilios, pues cada día la cantidad de enfermos que se tratan ambulatoriamente crece, como es el caso de los enfermos renales que necesitan diálisis, los enfermos de SIDA, de hepatitis "B" y "C", de enfermedades gastrointestinales, de enfermedades respiratorias, etc.

III.2 Riesgos biológicos asociados a los vectores

En la tabla No. 2⁴⁵ se exponen las enfermedades posibles a aparecer en la población en general, por proliferación de vectores (moscas, mosquitos, roedores y cucarachas), que pueden transmitir directa o indirectamente enfermedades infecciosas a humanos y animales⁴⁶, los cuales encuentran un hábitat adecuado en el deficiente manejo de los residuos sólidos en sus diferentes etapas. Si los residuos de los hospitales, al igual que los de las viviendas, no se encuentran en recipientes con tapa hermética, diferentes vectores transmisores de enfermedades pueden encontrar su alimentación en los mismos, llevándose los microorganismos en su cuerpo donde pueden propagarse o realizar un ciclo de su vida (vectores biológicos) o adheridos a parte de su organismo (vectores mecánicos), y trasladarlos a lugares donde pueden desarrollar la enfermedad de donde provenían.

Estos vectores pueden contaminar agua y alimentos que posteriormente pueden ser el vehículo de transmisión de la enfermedad o pueden transmitir la enfermedad de forma directa mediante mordedura o picada. Debemos resaltar que el mayor riesgo está dentro del hospital y en las inmediaciones de éste, por el radio de vuelo o traslado de estos artrópodos y roedores. Existen pocos estudios que asocien brotes de aparición de enfermedades en un hospital con los posibles vectores existentes en el ambiente hospitalario. Debemos considerar en esta carencia de asociación la limpieza y medidas higiénico-sanitarias que deben existir en el ambiente intrahospitalario, que incluyen además la desinsectación periódica de los locales y equipos utilizados en el manejo de los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.

III.3 Riesgos biológicos asociados a la sobrevivencia de microorganismos patógenos

En la tabla No. 3 se puede observar una caracterización bacteriológica y virológica realizada por la Compañía de Saneamiento Ambiental de Brasil (CETESB) en 1981 en el Municipio de Sao Paulo, donde se evidenció la presencia de microorganismos patógenos en los residuos sólidos. Estos resultados nos indican el riesgo potencial de estos residuos cuando no son manejados adecuadamente en todas sus etapas, tanto en el ámbito intrahospitalario como extrahospitalario. Favorece aún más a este hecho los residuos hospitalarios que contienen cantidades significativas de materia orgánica, la cual se constituyen en un ambiente ecológicamente adecuado para innumerables organismos que se tornan vehículos y reservorios de molestias, como los roedores, insectos y aves entre otros⁴³.

En la tabla No. 4 podemos observar la sobrevivencia en días de algunos microorganismos patógenos en los residuos sólidos municipales, e inferir el alto riesgo que representa la no correcta disposición final de estos desechos para el ambiente, los ecosistemas y el hombre. Esto fue demostrado por K.F. & Klug, en su trabajo de Ecología Microbiana (1974), donde comprobaron que por distintos períodos los microorganismos persisten vivos en los residuos.

Los residuos sólidos hospitalarios aunque en menor volumen y con menos cantidad de microorganismos totales y patógenos que los residuos sólidos municipales, igualmente necesitan de tratamiento y/o métodos de disposición final adecuados. En la tabla No. 5 se puede visualizar según estudios realizados por Kalnowski y colaboradores²⁹ la proporción de 2.5:1 en microorganismos totales del residuo doméstico al hospitalario, presentándose la cantidad de microorganismos patógenos en el primer residuo en relación con el segundo en proporción 3:1. Los volúmenes de generación en este estudio mantuvieron una relación de 5:1, lo cual no se comporta así en la realidad (actualmente la proporción es mucho mayor), debido a que la cantidad de enfermedades que se atienden ambulatoriamente ha crecido considerablemente.

Debe destacarse que la presión social sobre el manejo de los residuos domésticos en cuanto a percepción por la comunidad de los riesgos que éstos pueden acarrearle es prácticamente nula, mientras que existe gran preocupación sobre todo en los medios de comunicación masiva sobre los altos riesgos que representan los residuos hospitalarios, basados en la manipulación que se ha hecho sobre los mismos para exigir la utilización de la incineración como único tratamiento de los desechos biológico-infecciosos, aunado a la falta de educación ambiental existente en el país. Según la Organización Mundial de la Salud "para procurar la salud de la población debe educarse a las personas en materia de salud ambiental".

Tabla No. 2
PRINCIPALES EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD HUMANA ASOCIADOS A LA
PROLIFERACIÓN DE VECTORES

VECTOR	ENFERMEDAD	AGENTE ETIOLÓGICO	TRANSMISIÓN
Mosca común	1. Fiebre tifoidea/ Salmonellosis	1. <i>Salmonella</i>	1. Contaminación de alimentos
	2. Shigelosis/Disentería/ Diarrea infantil. Otras infecciones	2. <i>Shigella</i>	2. Contaminación de alimentos
Mosquitos	1. Paludismo	1. <i>Plasmodium</i>	1. Saliva del mosquito <i>Anopheles</i>
	2. Fiebre amarilla	2. <i>Flavivirus</i>	2. Saliva del mosquito <i>Aedes albopictus</i>
	3. Dengue	3. <i>Flavivirus (dengevirus)</i>	3. Saliva del mosquito <i>Aedes aegypti</i>
	4. Encefalitis viral	4. <i>Gran variedad de virus</i>	4. Saliva de moscos <i>Hematófagos</i>
	5. Tripanosomiasis (enfermedad de Chagas)	5. <i>Trypanosoma cruzi</i>	5. Mosca Triatómina (tse-tse)
	6. Oncocercosis	6. <i>Onchocerca volvulus</i>	6. Mosca género <i>Simulium spp.</i>
	7. Leishmaniasis (úlceras del chiclero)	7. <i>Leishmania spp.</i>	7. Mosca género <i>Phlebotomus spp.</i>
Roedores	1. Peste bubónica	1. <i>Pasteurella pestis</i>	1. Pulga
	2. Tifo murino/epidémico	2. <i>Rickettsia typhi</i>	2. Pulga
	3. Tularemia	3. <i>Pasteurella tularensis</i>	3. Mordedura
	4. Leptospirosis	4. <i>Leptospira Icterohaemorrhagiae</i>	4. Orina
	5. Fiebre de Haverhill	5. <i>Streptobacillus moniliforme</i>	5. Mordedura
	6. Fiebre de Sodoku	6. <i>Spirillum minus</i>	6. Mordedura
	7. Rickettsiosis vesiculosa	7. <i>Rickettsia akari</i>	7. Mordedura
	8. Meningitis linfocitaria	8. <i>Virus linfótico conomeningite</i>	8. Orina/secreción nasal
	9. Gastroenteritis	9. <i>Salmonella, E.coli, etc</i>	9. Heces
	10. Bruselosis	10. <i>Brucella melintensis</i>	10. Orina
	11. Triquinosis	11. <i>Trichinella spiralis</i>	11. Mordedura
	12. Rabia	12. <i>Rabdovirus</i>	12. Mordedura
	13. Lepra	13. <i>Micobacterium leprae</i>	13. Contaminación de alimentos
Cucarachas	1. Cólera	1. <i>Vibrión cholerae</i>	1. Contaminación de alimentos
	2. Fiebre tifoidea	2. <i>Salmonella</i>	2. Contaminación de alimentos
	3. Gastroenteritis	3. <i>Rotavirus</i>	3. Contaminación de alimentos
	4. Lepra	4. <i>Micobacterium leprae</i>	4. Contaminación de alimentos
	5. Inf. intestinales/Disenteria/ Intoxicación alimentaria	5. Diversos tipos de virus, bacterias y micro parásitos	5. Contaminación de alimentos

Fuente⁴⁵: Programa Nacional de Capacitación. The World Bank/SEDESOL/BANOBRAS, 1997.

Tabla No. 3
MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS

a) BACTERIAS	
➤ Bacilos Gram Negativos Entéricos	• <i>Coliformes</i> • <i>Salmonella typhi</i> • <i>Shigella sp.</i>
➤ Otros Bacilos Gram Negativo	• <i>Pseudomonas</i>
➤ Cocos Gram Positivos	• <i>Streptococos</i> • <i>Staphylococcus aureus</i>
b) HONGOS	
➤ <i>Candida albicans</i>	
c) VIRUS	
➤ Polio Tipo I	
➤ Virus de Hepatitis A y B	
➤ Influenza	
➤ Virus entérico	

Fuente⁴³: (43): MINSA. Administración de Residuos Sólidos Hospitalarios. Lima, 1999.

Tabla No. 4
TIEMPO DE SOBREVIVENCIA DE ALGUNOS MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

MICROORGANISMO	TIEMPO (días)
<i>Salmonella typhi</i>	29 - 70
<i>Entamoeba histolytica</i>	8 - 12
<i>Ascaris lumbricoides</i>	2 000 - 2 500
<i>Leptospira interrogans</i>	15 - 43
Polio virus-Polio tipo I	20 - 170
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	150 - 180
Protozoarios(1)	25 - 340
Larvas de vermes	24-80

Fuentes^{47,43}: (47): Suberkeropp, K.F. & Klug, M.J. Microbial Ecology-I, 96-123 (Microorganismos) 1974. (43): MINSA. Administración de Residuos Sólidos Hospitalarios. Lima, 1999.

Tabla No. 5
COMPARACIÓN DEL NIVEL POTENCIAL DE AFECTACIÓN A LA SALUD Y AL AMBIENTE POR LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (DOMÉSTICOS) Y LOS PROVENIENTES DE HOSPITALES

ELEMENTOS	RESIDUOS DOMÉSTICOS	RESIDUOS HOSPITALARIOS
Microorganismos	+++++	++
Microorganismos Patógenos	+++	+
Volumen	+++++	+
Presión Social	-	+++

Fuente²⁹: Kalnowski et cols. The microbial contamination of medical waste. Zbl Bakt Mikr Hyg 1983:178:364-379.

Está científicamente comprobado que la tasa de mortalidad de los patógenos está en función del tiempo y de la temperatura. Por ejemplo, la especie bacteriana *Salmonella* puede ser destruida en 15 ó 20 minutos cuando se expone a temperaturas de 60°C, o en una hora a 55 °C⁴⁸. En la tabla No. 6 se pone de manifiesto que la mayoría de los patógenos son destruidos rápidamente cuando están sometidos a una temperatura de 55°C. Solamente unos pocos pueden sobrevivir a temperaturas de hasta 67°C durante un corto periodo de tiempo⁴⁹.

Tabla No. 6
TEMPERATURA Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN NECESARIOS PARA LA
DESTRUCCIÓN DE ALGUNOS PATÓGENOS Y PARÁSITOS COMUNES

ORGANISMO	OBSERVACIONES
<i>Salmonella typhosa</i>	Sin crecimiento por encima de 46°C; muerte dentro de 30 minutos a 55-60°C y dentro de 20 minutos a 60°C; destruida en poco tiempo en un ambiente de compost.
<i>Salmonella sp.</i>	Muerte dentro de 1 hora a 55°C y dentro de 15-20 minutos a 60°C.
<i>Shigella sp.</i>	Muerte dentro de 1 hora a 55°C.
<i>Escherichia coli</i>	La mayoría mueren dentro de 1 hora a 55°C y dentro de 15-20 minutos a 60°C.
<i>Entamoeba histolytica cysts</i>	Muerte dentro de pocos minutos a 45°C y dentro de pocos segundos a 55°C.
<i>Taenia saginata</i>	Muerte dentro de pocos minutos a 55°C.
<i>Trichinella spiralis larva</i>	Muerte rápidamente a 55°C e instantáneamente a 60°C.
<i>Brucella abortus</i> o <i>Br. suis</i>	Muerte dentro de 3 minutos a 62-63°C y dentro de 1 hora a 55°C.
<i>Micrococcus pyogenes</i> var. <i>aureus</i>	Muerte dentro de 10 minutos a 50°C.
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Muerte dentro de 10 minutos a 54°C.
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> var. <i>Hominis</i>	Muerte dentro de 15-20 minutos a 66°C o después de calentamiento momentáneo a 67°C.
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Muerte dentro de 45 minutos a 55°C.
<i>Necator americanus</i>	Muerte dentro de 50 minutos a 45°C.
<i>Ascaris lumbricoides</i> huevos	Muerte en menos de 1 hora a temperaturas por encima de 50°C.

Fuente⁴⁹: Gotaas, H.B.: Composting-Sanitary Disposal and Reclamation of Solid Wastes, World Health Organization, Ginebra, 1956.

En la tabla No. 7 se reflejan los máximos tiempos (comunes y absolutos) de sobrevivencia de patógenos en suelos y vegetación, si los residuos sólidos tanto domésticos como hospitalarios se vierten sin tratamiento o con inadecuada disposición final a los suelos de tiraderos inadecuados.

Tabla No. 7
TIEMPO DE SOBREVIVENCIA DE PATÓGENOS EN SUELO Y VEGETACIÓN

ORGANISMO	SUELO		VEGETACIÓN	
	MÁXIMO ABSOLUTO	MÁXIMO COMÚN	MÁXIMO ABSOLUTO	MÁXIMO COMÚN
Bacterias	1 año	2 meses	6 meses	1 mes
Virus	1 año	3 meses	2 meses	1 mes
Quistes de protozoarios	10 días	2 días	5 días	2 días
Huevos de helmintos	7 años	2 años	5 meses	1 mes

Fuente^{50,51}: (50)EPA, Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge, USA, 1992, 152 pp.

(51)Jiménez Cisneros Blanca E., Producción de biosólidos y su reuso como mejoradores de suelos, Revista Federalismo y Desarrollo, 1999, pp. 75-86.

Nota: Los periodos pueden aumentar si hay condiciones climáticas favorables.

En la tabla No. 8 se puede observar la reducción de patógenos que se efectúa en el interior de un relleno sanitario por fermentación termofílica provocada por los microorganismos autóctonos presentes en el mismo. A los quince días las *Ascaris lumbricoides* ya han presentado un rango de decaimiento del 90%, conociéndose lo difícil que es eliminar incluso los huevos de estos helmintos que pueden permanecer hasta cerca de siete años en suelos a temperatura ambiente como se ejemplificó en la tabla No. 4. El *Mycobacterium tuberculosis* no aplica en tiempo de retención, pues esta bacteria no permanece viva en medios anaeróbicos, su vía de transmisión es respiratoria y vive sólo en medios aeróbicos (atmósfera).

Tabla No. 8
PORCENTAJE DE DESTRUCCIÓN DE PATÓGENOS DURANTE LA FERMENTACIÓN ANAERÓBICA QUE SE DESARROLLA EN UN RELLENO SANITARIO

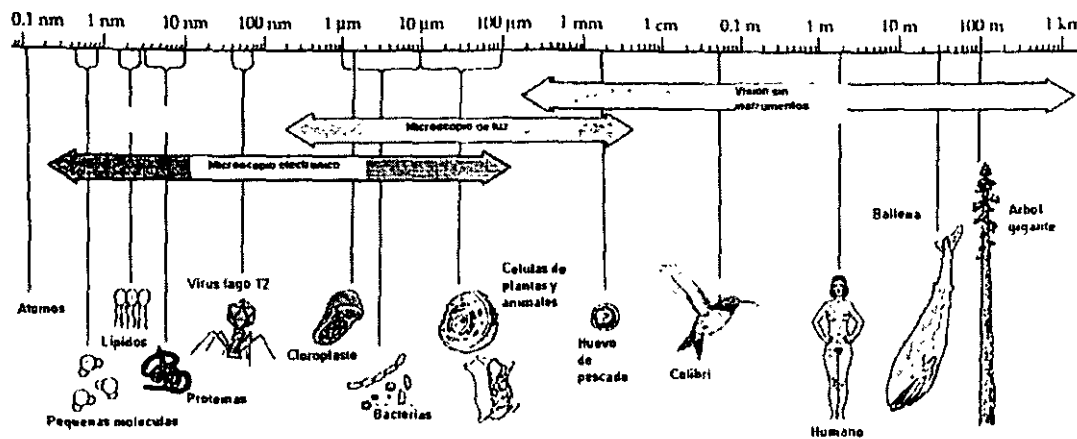
TEMPERATURA (°C)	ORGANISMO	TIEMPO DE RETENCIÓN (DÍAS)	RANGO DE DECAIMIENTO (%)
22-37	<i>Salmonella spp.</i>	6-20	82-96
22-37	<i>Salmonella typhosa</i>	6-20	99
30	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	No aplica	100
29	<i>Ascaris lumbricoides</i>	15	90
35	<i>Poliovirus-1</i>	2	98.5

Fuente: Biogas technology in the Third World: a multidisciplinary review. Ottawa. Ont., IDRC, 1978.132p.:ill.

Con relación al material proveniente de los laboratorios de microbiología, éste debe esterilizarse antes de salir del hospital, pues ha ocasionado infecciones al personal que lo manipula. No hay evidencias de infecciones en la comunidad, pero conceptualmente se sabe que una bacteria se multiplica por miles y que no es razonable devolverlas al ambiente, por lo que hay racionalidad para decidir que los residuos punzocortantes y los de microbiología requieren manejo especial, el primero en recipientes resistentes a las punciones y el segundo mediante esterilización⁵².

En la figura a continuación expuesta se pueden visualizar los rangos de tamaños en que se establecen las medidas de los seres vivos que habitan el planeta tierra.

Tamaños de los seres vivos



III.4 Riesgos asociados a los desechos peligrosos generados en hospitales (químicos o físicos)

Son los riesgos asociados generalmente a accidentes por exposición a los desechos químicos identificados en la clasificación CRETI (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables), así como a los genotóxicos, mutagénicos; y fármacos caducos, tales como: quimioterapéuticos, antineoplásicos, productos químicos no utilizados, plaguicidas fuera de especificaciones, solventes, ácido crómico (usado en la limpieza de vidrios de laboratorio), mercurio de termómetros,

soluciones para revelado de radiografías, baterías usadas, aceites lubricantes usados, así como medicamentos vencidos, contaminados, desactualizados y no utilizados. Estos desechos pueden ser tratados por métodos físicos o químicos según sea el caso para eliminarle su peligrosidad. Se generan principalmente en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, directos complementarios y generales.

La generación de desechos químicos y farmacéuticos puede reducirse sustancialmente, mediante el manejo cuidadoso e integral de los almacenes, el cual debe estar supervisado por personal farmacéutico del hospital, el cual deberá seguir prácticas que conlleven a la minimización de residuos, entre las que se destacan:

- ordenar cantidades relativamente pequeñas, en lugar de grandes cantidades;
- usar primero los productos más antiguos;
- agotar todo el contenido de la caja o frasco;
- prevenir el desperdicio de los productos, con énfasis en las salas de enfermería y durante la limpieza;
- verificar la fecha de expiración de todos los productos, en el momento de ser entregados.

La generación de residuos con alto contenido de mercurio también puede minimizarse, teniendo en cuenta que este metal, en caso de derrames puede recogerse para su posterior reuso.

Entre los desechos físicos se encuentran aquellos con características radiactivas o contaminados con radionucleidos. Estos residuos son generados en laboratorios de investigación química y biológica, en los laboratorios de análisis clínicos y en los servicios de radiología y de medicina nuclear. Para perder por decaimiento la radiactividad y no convertirse en fuente de contaminación ambiental estos desechos generalmente tienen que ser aislados por el tiempo estipulado por las autoridades competentes.

También existen otros desechos peligrosos muy especiales que generalmente se encuentran en cantidades pequeñas, pero requieren un manejo y canal de eliminación específicos para cada uno, entre los que se encuentran: los medicamentos citotóxicos y los envases presurizados².

III.5 Riesgos químicos asociados a la incineración de residuos hospitalarios

Por la inadecuada prioridad que se le ha dado en la Norma Oficial Mexicana al tratamiento por incineración de los residuos biológico-infecciosos sobre otras alternativas de tratamiento más económicas y menos contaminantes al medio ambiente, dedicaremos un amplio análisis al tema en este capítulo.

La Incineración es el procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Los productos finales incluyen gases calientes de combustión, compuestos principalmente de nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua (gas de chimenea), y rechazos no combustibles (cenizas). Se puede recuperar energía mediante el intercambio de calor procedente de los gases calientes de combustión.

Los aspectos más negativos de la incineración de desechos hospitalarios son su alto costo y su potencial contaminador al medio ambiente. Actualmente existe en el ámbito mundial una gran diversidad de grupos ambientalistas y de derechos humanos que se oponen a esta práctica de incinerar, e incluso se propone que se prohíba legalmente en todo el mundo⁵³. Se considera que en promedio de todos los residuos generados por los hospitales, no más del 2% debería ser incinerado y/o tratado, sin embargo la mayoría de los hospitales incineran entre el 75 y el 100% de sus residuos, lo cual conlleva a la producción de dioxinas, furanos, mercurio, arsénico y plomo, que a su vez producen cenizas tóxicas.

La situación de la incineración en México es muy grave, debido entre otros aspectos, al rechazo sistemático a los confinamientos de residuos peligrosos por parte de la población, por lo que las autoridades han empezado a incentivar este tratamiento, que a pesar de ser mucho más peligroso, no ha suscitado tal oposición por parte de la sociedad por ser menos llamativo que los confinamientos. Además la presión ejercida sobre el gobierno por transnacionales que promueven la incineración, aunado a la falta de infraestructura adecuada en el país para tratar los al menos 8 millones de toneladas de residuos peligrosos estimados por las autoridades ambientales, ha resultado en la apertura del país a la incineración.

En el año 2003⁵⁴ existían en México 35 empresas autorizadas para la incineración de residuos peligrosos, con 43 incineradores operando, el 85% (37) para RPBI y el 15% (6) incinerando residuos industriales.

Varias de estas instalaciones han operado con permisos temporales, en condiciones variables y con límites de emisión establecidos discrecionalmente. Sin embargo, se planeó uniformar los criterios para incineración con la publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-098-ECOL-2000 y dar así mayor seguridad a inversionistas potenciales. Más aún, el costo de los trámites para la instalación de nuevos incineradores fue reducido de \$ 52,000 M.N. en 1999 a \$ 36,000 M.N. en el año 2001 y se dió un plazo de hasta 2 años para su cumplimiento, como un incentivo adicional. La NOM establece límites máximos de contaminantes como dioxinas y furanos que son hasta 5 veces más permisivos que los de E.U., Europa y otros anteproyectos de norma de incineración propuestos por las mismas autoridades. Se espera que esto estimule la inversión extranjera sucia en México, misma que cuenta con un mercado cada vez más reducido en sus países de origen⁵⁵.

En este estudio abundaremos sobre la contaminación ambiental, por lo que pasaremos a exponer a detalle que son las dioxinas y los furanos, los principales elementos contaminantes de la atmósfera producto de la combustión simultánea de materia orgánica y sustancias cloradas.

III.5.1 Dioxinas y Furanos:

Según la Agencia de Protección Medioambiental de los EE.UU. (USEPA, 2000), los incineradores hospitalarios se consideran las mayores fuentes de dioxinas de los países industrializados. A pesar de representar tan sólo el 0,5% del peso de las basuras hospitalaria, el PVC aporta en los incineradores más del 50% del cloro, la principal causa de formación de dioxinas. De acuerdo con la mayoría de los estudios sobre incineración, cuando se mantienen constantes el resto de los factores, existe una correlación directa entre la entrada de PVC y la salida de dioxinas y furanos. Por ello la política de algunos países, como Dinamarca, es evitar la entrada de policloruro de vinilo a los incineradores.

Incluso si se eliminara todo el PVC y los residuos clorados de la corriente de residuos, la incineración no sería una solución aceptable, sino se controla la continua emisión de metales pesados, hidrocarburos y otras emisiones al aire.

Desde hace varios años a emisión de compuestos orgánicos de la familia de las dioxinas y furanos se ha convertido en uno de los asuntos más complejos y controvertidos del procesamiento térmico de los residuos sólidos urbanos³¹ u hospitalarios. México no cuenta aún con la capacidad analítica necesaria para la evaluación ambiental de dioxinas y furanos, debido a los altos costos que representan los insumos y equipos de laboratorio⁵⁶. Las dioxinas y los furanos son los nombres comunes con los que se conocen a ciertas familias de compuestos aromáticos oxigenados. Una molécula de dioxina está formada por una estructura de triple anillo en la que dos anillos de benceno están interconectados por dos átomos de oxígeno. La molécula de furano tiene una estructura similar, excepto que solamente un átomo de oxígeno une los dos anillos del benceno.

Figura No.1
DIOXINA

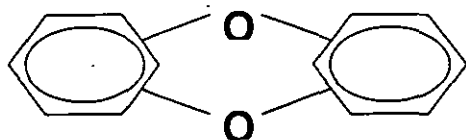
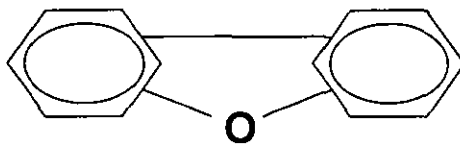
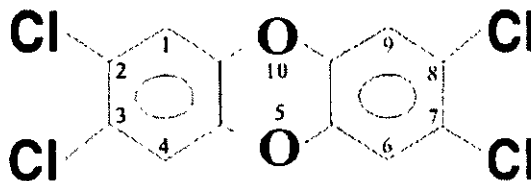


Figura No. 2
FURANO



Los enlaces libres de los átomos de carbono para unirse a átomos de hidrógeno o cloro se numeran para identificar el tipo de isómero que se forma⁵⁷. Si existe cloro presente en la descomposición de materiales expuestos a altas temperaturas, combustión u otras reacciones, las dioxinas o furanos pueden tomar átomos de cloro para formar CDD's (Cloro Dibenceno-p-Dioxinas) y CDF's (Cloro Dibenceno Furanos). Estos compuestos son generalmente considerados altamente tóxicos y fuertemente persistentes en el ambiente.

Figura No. 3
2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-tetracloro-dibenceno-p-dioxina)



Las dioxinas constituyen un grupo de 75 compuestos diferentes (isómeros) con la misma estructura química básica, formadas por 3 anillos unidos con carbono, hidrógeno, oxígeno y átomos de cloro (Cl) enlazados en diferentes posiciones de los anillos. Las dioxinas son frecuentemente discutidas junto con los furanos, los cuales forman un grupo de 135 compuestos con estructura y propiedades similares. Las abreviaciones generales para los 210 compuestos de dioxinas y furanos son PCDD / PCDFs (Dibenceno-p-dioxinas policloradas y Dibenzofuranos policlorados).

Las posiciones numeradas representan átomos de carbono donde los enlaces están libres para unirse a átomos de hidrógeno o cloro. En la notación química se refiere a estos isómeros por el número de posición del átomo de cloro. Por ejemplo, el 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-tetracloro-dibenceno-p-dioxina) es un PCDD con cuatro átomos de cloro localizados en las posiciones 2,3,7 y 8. (figura No.3). Este compuesto es considerado como el de mayor toxicidad de acuerdo a pruebas realizadas con animales y a partir de él se establece el nivel de toxicidad de los otros compuestos de la misma familia.

Las dioxinas y furanos son parte de un amplio grupo de químicos conocidos como compuestos orgánicos clorados (COPs). Estos compuestos pueden tener una estructura de anillo o aromáticos (PCDD/PCDF) o de cadena lineal (pesticida/insecticida, DDT).

Las dioxinas se generan por el llamado De Novo Synthese entre las temperaturas de 200 y 400 grados Celsius a partir de carbono e iones de cloro, ayudando como catalizador la presencia de CuCl_2 , por lo que es fácil que se formen en la salida de la caldera y en la primer separación del polvo, creando así los tetracloro-dibenzo-dioxinas (TCDD's) y los tetracloro dibenzo-furanos (TCDF's).

Entre 600 Y 800 grados se encuentran los compuestos orgánicos volátiles (moléculas orgánicas no incineradas) que son precursores de la formación de nuevos compuestos. A más de 800°C los TCDD's y TCDF's se destruyen con una presencia de oxígeno mayor al 6%.

Las principales fuentes de formación de dioxinas y furanos son los procesos de producción del clorofenol y sus derivados, los procesos de combustión incompleta en presencia de ciertos compuestos clorados y ciertas reacciones enzimáticas que se producen en procesos biológicos.

Los PCDD's/PCDF's nunca se han producido de forma intencional y nunca han tenido ninguna aplicación útil, éstos se forman como productos secundarios indeseables en numerosos procesos industriales y de combustión, a diferencia de lo que sucede con otros COPs como por ejemplo. los bifenilos policlorados (PCB) o el DDT.

La importancia de las familias PCDD's y PCDF's de compuestos orgánicos, radica en que algunos de sus isómeros se encuentran entre las sustancias más tóxicas que existen, pues tienen propiedades cancerígenas (causan cáncer) en animales. Se sabe que estas sustancias son emitidas en bajas concentraciones desde los sistemas de incineración que queman residuos sólidos urbanos y hospitalarios.

Recientemente se han propuesto tres fuentes en las emisiones procedentes de la incineración:

1. La presencia de dioxinas y furanos en los mismos
2. Su formación durante la combustión debido a los compuestos clorados precursores aromáticos
3. Su formación durante la combustión procediendo de los hidrocarburos y el cloro

Las dioxinas pueden entrar en el flujo de residuos como contaminantes en compuestos químicos, tales como los clorofenoles y clorobenzenos que se utilizan en pesticidas, papeles y preservantes de la madera. También se ha sugerido que el clorofenol podría actuar como compuesto precursor en la formación de PCDD y PCDF. Otra hipótesis consiste en que los PCDD y PCDF se sinteticen en el mismo

sistema de combustión mediante reacciones entre las ligninas (componentes de la madera y el papel), y los compuestos de cloro derivados del policloruro de vinilo (PVC), o de compuestos inorgánicos como NaCl.

Sin ignorar el riesgo que representan estos compuestos que, según la EPA (Agencia del Medio Ambiente de los EE.UU.) son cancerígenos y pueden además provocar alteraciones en los sistemas inmunitario, reproductor y endocrino, hay que tener presente que no todas las dioxinas presentan toxicidad⁵⁸, por lo cual deben ser clasificadas en las emisiones de los incineradores.

1. Condiciones apropiadas para la formación de dioxinas y furanos⁵⁷

Las dioxinas y furanos se producen en cualquier tipo de combustión siempre y cuando se encuentren las condiciones propicias para su formación. Estas condiciones se mencionan a continuación por su orden de importancia:

- Condiciones insuficientes para la combustión
- Mezclado, temperatura, o enfriamiento brusco
- Generación de cenizas
- Alto contenido de monóxido de carbono (CO) e Hidrocarburos Totales.
- Alta cantidad de partículas entrando al proceso de combustión con pobre quemado
- Manejo de partículas en el periodo crítico de temperatura (150-450 °C)
- Desperdicio o combustible con orgánicos complejos y/o lignina como estructura
- Partículas de materia con contenidos de metales que puedan catalizar la formación de dioxinas
- Cloro suficiente

2. Condiciones requeridas para la baja formación de dioxinas y furanos⁵⁷

Así como existen condiciones propicias para la formación de las dioxinas y los furanos, las hay para inhibir este proceso, las cuales se mencionan a continuación por su orden de importancia:

- Baja emisión de partículas
- Baja temperatura de los aparatos de captación de partículas
- Enfriamiento brusco durante el periodo crítico de formación de dioxinas
- Baja cantidad de metales catalizadores
- Alto contenido de azufre
- Cloro insuficiente

3. Control de Dioxinas y Furanos

Para controlar las dioxinas se requiere cumplir con los siguientes requisitos:

a) Prácticas adecuadas para la combustión

1. Temperatura alta y uniforme
2. Buena mezcla del combustible, con suficiente cantidad de aire
3. Minimizar la entrada de partículas de difícil quemado

4. Uniformidad en el rango de alimentación del combustible
5. Utilizar las emisiones de CO e Hidrocarburos Totales como indicadores
6. Temperatura adecuada del equipo para control de emisión de partículas

b) Control de la contaminación del aire

1. Secadores por esparado de agua
2. Filtros con telas
3. Filtros húmedos (Wet Scrubbers)
4. Inyección de carbón
5. Camas de carbón
6. Agentes inhibidores que envenenan la catálisis
7. Oxidación catalítica

III.6 Riesgos a los pacientes ingresados asociados al uso de productos e instrumental plásticos

Los resultados del análisis realizado por Greenpeace en el año 2000 sobre 46 productos hospitalarios procedentes de doce países, muestra que estos artículos presentan un elevado contenido de DEHP⁵⁵, un ftalato de alta toxicidad que se emplea como plastificante. Al igual que ocurre en los juguetes, los productos médicos de PVC blando liberan con facilidad este plastificante a los fluidos circundantes, como ocurre en el caso de las bolsas de soluciones intravenosas (IV). Muchos países han adoptado ya medidas para eliminar el uso de DEHP y otros ftalatos en juguetes de PVC debido a los riesgos que puede presentar la exposición de estos aditivos en los más pequeños. En 1986 la industria juguetera de Estados Unidos dejó de utilizar voluntariamente el ftalato DEHP en los juguetes diseñados para llevar a la boca. En México la Secretaria de Salud anunció el 30 de noviembre de 1998 que detendría la importación de juguetes de PVC blando para niños pequeños y retiraría esos productos de la venta. Sin embargo no existe ninguna restricción similar para los productos médicos de PVC que liberan este plastificante directamente en el organismo⁵⁵.

Desde el año 2001 la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos consideraba al DEHP como carcinógeno humano⁵⁸. La evaluación del DEHP en la Unión Europea (UE) ha cambiado en los últimos diez años. En 1990, se consideraba que el DEHP "no podría clasificarse como carcinogénico ni como sustancia irritante". En 1998, el Comité Científico de la UE concluyó que un efecto relevante del DEHP en seres humanos era el daño testicular. En la actualidad los laboratorios de investigación de la UE han recibido la siguiente información sobre la seguridad del DEHP: el Residuo45 (R45), puede producir cáncer; R62, posibles riesgos para la fertilidad; R63, posibles riesgos para la salud de los fetos; y R36/37/38, irritación de ojos, sistema respiratorio, y piel. Los estudios sobre la exposición de animales a este aditivo han revelado efectos tóxicos en el desarrollo del feto, sistema reproductor, hígado, riñones, corazón y pulmones⁵⁹.

III.6.1 Disminución de riesgos y ventajas ambientales y económicas de la utilización de materiales duraderos, reutilizables y reciclables

Cada vez más, se han venido sustituyendo algunos utensilios o prendas tradicionales de las utilizadas en los centros sanitarios, bien por razones higiénicas, en prevención de enfermedades infecciosas, o bien por razones económicas. No obstante, no siempre resulta una mejor opción la adquisición de elementos de "usar y tirar" desde un punto de vista medioambiental, o incluso económico, especialmente si tampoco se consigue una mayor protección de los trabajadores y de las trabajadoras. Este aspecto resulta especialmente relevante cuando se tiene en cuenta que hasta un 40% de los residuos sanitarios son plásticos, especialmente PVC que presenta numerosos problemas a lo largo de todo su ciclo de vida por poseer constituyentes tóxicos como el cloro, ciertos plastificantes, como los ftalatos, y metales pesados, por lo que sería preferible sustituir éstos por materiales menos contaminantes, reutilizables y/o reciclables.

En este sentido, sería recomendable la utilización de materiales que puedan ser esterilizados para su posterior reutilización o reciclaje, frente a aquellos de un sólo uso, como por ejemplo, utensilios, uniformes o materiales y equipamiento médico (botellas de suero, sondas, sistemas, frascos de medicamentos, etc.).

Según un estudio de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU en el año 2001, la reutilización de algunos utensilios o materiales es segura desde la perspectiva de salud, y resulta viable económicamente, sobre todo si se tienen en cuenta los cada vez más altos costos de gestión de los residuos derivados de una legislación cada vez más estricta⁴¹. También es beneficiosa si se consideran otros costos asociados a la producción de materiales de un solo uso, como son los costos económicos, sociales y medioambientales del consumo de recursos no renovables (la base del plástico, por ejemplo, es el petróleo).

En dicho estudio se plantea el reciclaje de algunos residuos como, por ejemplo, las "placas de Petri" de vidrio utilizadas en los laboratorios, que pueden justificar la existencia de una empresa de reciclaje especializada en este tipo de vidrio para varios centros sanitarios cercanos. La reutilización y el reciclaje tienen algunos inconvenientes como el espacio y la dedicación laboral, pero según este estudio en algunos casos puede ser más rentable económicamente.

Las prendas del uniforme o las cortinas pueden estar fabricadas de tejido, en lugar de papel, que es más duradero y reparable. El estudio realizado en un hospital estadounidense demostró que en la totalidad de los hospitales de la ciudad de Cincinnati este tipo de sustitución en el área de cirugía se traduciría en una reducción entre el 35% y el 50% de los residuos generados durante las operaciones.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua - Facultad de Ingeniería

CURSOS ABIERTOS

MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

CA 96

TEMA

IV. PLAN DE MANEJO INTEGRAL

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

MÓDULO IV. PLAN DE MANEJO INTEGRAL

Para realizar un adecuado plan para el manejo integral de residuos dentro y fuera de una unidad hospitalaria, la primera actividad es la capacitación de todo el personal involucrado en las distintas etapas relacionadas con los residuos sólidos, para posteriormente poder cuantificar la dimensión del problema mediante un diagnóstico integral de todo el proceso sustantivo, involucrando el consumo de materias primas, los residuos sólidos generados, procedimientos y procesos utilizados, tecnologías en uso, identificación de fortalezas y debilidades en el servicio, etc.

IV.1 Clasificación de los residuos sólidos propuesta en esta Metodología

Esta clasificación ayudará a identificar y clasificar la peligrosidad de los residuos, asociados a las características funcionales y operativas de las fuentes de generación, es decir de las distintas unidades que dan servicio en los hospitales.

La clasificación de los Residuos Sólidos Hospitalarios es el primer paso hacia una gestión segura, efectiva y económica. El principal requisito de una buena clasificación es no dejar lugar a dudas ni a interpretaciones contradictorias. A partir de una absoluta claridad sobre lo que son los residuos peligrosos para la salud, se pueden poner en práctica procedimientos de manejo y de tratamiento seguros para los trabajadores y el medio ambiente²².

La clasificación que se propondrá se obtuvo a partir del análisis de las bondades y limitaciones de cinco clasificaciones estudiadas, tres de ellas correspondientes a los residuos sólidos hospitalarios en su totalidad, que son las normas alemana y brasileña así como la sugerida por la Organización Mundial de la Salud; y las dos restantes corresponden a la de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América y la de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, las cuales sólo incluyen como residuos hospitalarios los que contienen material biológico.

La clasificación resultante identifica tres grupos de residuos hospitalarios, que incluyen la totalidad de los residuos que se generan en un nosocomio, ampliando el alcance actual de la norma mexicana que sólo se limita a considerar que existe peligrosidad por los residuos intrahospitalarios peligrosos de origen biológico, dejando el resto de los residuos fuera de algún tipo de marco legal que los incluya.

Los grupos identificados son:

Grupo 1: Residuos Biocontaminados (Biológicos Infecciosos según la Norma Oficial Mexicana)

Grupo 2: Residuos Especiales (Residuos peligrosos de origen químico o físico)

Grupo 3: Residuos Generales

La clasificación obedece a la peligrosidad de cada uno de ellos, basados en los riesgos potenciales a la salud pública y al medio ambiente, así tenemos que en el proceso de la atención médica en sus diferentes etapas (diagnóstico, tratamiento, recuperación, investigación, etc.), son generados estos residuos en mayor o menor volumen, dependiendo de la fuente de generación.

De esta manera tenemos que los *Residuos Biocontaminados (Grupo 1)* son generados durante las diferentes etapas de la atención de salud y representan diferentes niveles de riesgo potencial, de acuerdo con el grado de exposición ante los agentes infecciosos. La clasificación propuesta en el grupo 1 coincide con la que aparece en la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (5 subgrupos), y con modificaciones, en cuanto a la forma de agrupar los componentes peligrosos, con las otras cuatro clasificaciones seleccionadas. Los residuos patológicos y los punzocortantes son dos subgrupos que están presentes en las cinco normas estudiadas. La Norma Alemana y la de la OMS sólo presentan un subgrupo adicional a los dos referidos anteriormente, el cual incluye como residuo infeccioso a todo el resto de los residuos biológicos peligrosos del hospital. La clasificación de la EPA difiere de la propuesta en esta metodología en que aporta como subgrupos a los residuos de animales que en esta propuesta están incluidos dentro del subgrupo de los patológicos y a los residuos de aislamiento que fueron contemplados en este estudio en el subgrupo correspondiente a residuos no anatómicos. La clasificación de la EPA presenta 7 divisiones y la seleccionada en este trabajo sólo cinco que abarcan el contenido de seis de las señaladas anteriormente. La principal diferencia radica en que la EPA considera dentro de los residuos infecciosos los residuos punzocortantes no usados, como subgrupo 7 lo cual no se considera en la clasificación propuesta, por considerarlo oneroso para los gastos del hospital y no responder a criterios científicos de riesgo.

Con relación a la clasificación brasileña que presenta 6 subgrupos, la diferencia radica en que esta norma de Brasil da un peso específico a los animales contaminados que representan el subgrupo 6, mientras que en la clasificación propuesta en esta metodología este tipo de residuos está incluido en dos subgrupos ya definidos con anterioridad, correspondiendo lo concerniente a los cadáveres o parte de animales inoculados expuestos a microorganismos patogénicos al subgrupo de los residuos patológicos y lo que respecta a sus lechos o material utilizado, proveniente de los laboratorios de investigación médica o veterinaria al subgrupo de residuos no anatómicos.

Los residuos especiales y generales incluyen todos los demás residuos sólidos que se generan en los centros hospitalarios que requieren de atención en su manejo en los aspectos de riesgo a la salud y el ambiente e implicaciones económicas. Se coincide en esta clasificación con la de la OMS, y la de las normas brasileñas y alemanas.

Grupo 1: Residuos Biocontaminados (Residuos peligrosos biológico-Infecciosos según la Norma Oficial Mexicana⁴)

1.1) Sangre

La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados).

1.2) Cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos

Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico-infecciosos, y los utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.

1.3) Patológicos

Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol; así como las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento y los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.

1.4) Residuos no anatómicos

Se encuentran en esta clasificación los recipientes desechables que contengan sangre líquida; los materiales de curación, empapados, saturados o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido céfalo-raquídeo o líquido peritoneal; los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico; los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico; y los materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.

1.5) Objetos punzocortantes

Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletos de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual se deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

También en el proceso son generados **Residuos Especiales (Grupo 2)**, que de una forma u otra pueden afectar la salud humana o animal y el medio ambiente, denominados así por sus características físicas y químicas, los cuales merecen un manejo especial con respecto a los otros dos grupos de residuos. En esta categoría

se encuentran los residuos químicos peligrosos, los residuos farmacéuticos y los residuos radioactivos.

2.1) Residuos Químicos Peligrosos

Son residuos generados durante las actividades auxiliares de las Instalaciones de Salud y que no han estado en contacto con fluidos corporales ni con agentes infecciosos. Constituyen un peligro para la salud por sus características propias, tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad y explosividad. También se incluyen en esta categoría los fármacos vencidos y los residuos citotóxicos que presentan características similares de peligrosidad. A continuación se exponen las principales características de estos residuos²²:

a. Residuos corrosivos

Producen una erosión debida a los agentes químicos presentes. Las soluciones acuosas que tienen un pH menor o igual a 2, o mayor o igual a 12.5, son consideradas residuos corrosivos.

b. Residuos reactivos

El término reactivo define la capacidad de producir una reacción química. Sin embargo, por residuo reactivo se entiende comúnmente un material normalmente inestable, que presenta un cambio químico violento sin detonar, susceptible de reaccionar violentamente con el agua para formar mezclas potencialmente explosivas, o capaz de generar gases peligrosos o potencialmente mortales.

c. Residuos explosivos

Son los que pueden ocasionar una reacción química violenta, que se desarrolla en un brevisimo lapso de tiempo y produce un estallido

d. Residuos tóxicos

Un residuo que puede causar daños de variada intensidad a la salud humana, si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel.

e. Residuos inflamables

Un líquido con un punto de ignición menor de 60 °C es un residuo inflamable. Un sólido es un residuo inflamable si es capaz de ocasionar un incendio por fricción o por absorción de humedad, o producir un cambio químico espontáneo que pueda generar un incendio enérgico y persistente. Un oxidante es un residuo inflamable. También se incluye en esta categoría a todo gas comprimido inflamable.

f. Residuos citotóxicos

Un residuo tóxico para las células, con características cancerígenas, mutagénicas o capaz de alterar material genético.

2.2) Residuos farmacéuticos

Su principal riesgo es al medio ambiente por manejo inadecuado. La disposición de pequeñas cantidades de residuos químicos o farmacéuticos es fácil y económica,

mientras que las grandes cantidades requieren de un tratamiento especializado y más costoso como la incineración a altas temperaturas. Generalmente los residuos farmacéuticos pueden disponerse mediante descargas al alcantarillado si son solubles en agua, encapsulados cuando la incineración o las descargas no son factibles, o devolviéndolos al proveedor original si esto es posible.

2.3) Residuos Radiactivos

Cualquier tipo de residuo con características radiactivas o contaminado con radionucleidos son considerados radiactivos.

Son generados en laboratorios de investigación química y biológica, en laboratorios de análisis clínicos, en los servicios de radiología y de medicina nuclear.

Estos residuos pueden ser sólidos o líquidos e incluyen materiales o sustancias comúnmente utilizadas en los procedimientos clínicos o de laboratorio jeringas, frascos, orina, heces, papel absorbente, etc. A diferencia de los otros residuos peligrosos, éstos no pueden ser tratados con métodos químicos o físicos, y tienen que ser aislados por el tiempo necesario para alcanzar el decaimiento de su radiactividad.

Finalmente se consideran **Residuos Generales (Grupo 3)** los generados principalmente por las actividades administrativas, auxiliares y generales, que no corresponden a ninguna de las categorías de residuos peligrosos. Son similares a los residuos de producción doméstica e implican las mismas prácticas de higiene en su manejo y transporte. Se incluyen en esta categoría los papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de alimentos y los materiales de la limpieza de patios y jardines, entre otros, como se especifica a continuación²².

a) Comida: Todo lo que procede de las cocinas y los residuos alimenticios, con exclusión de los que hayan entrado en contacto con pacientes internados en salas de aislamiento.

b) Papelería: Residuos procedentes de las oficinas administrativas, talleres, embalajes de papel y/o cartón.

c) Envases y otros: Contenedores de vidrio o plásticos para fármacos no peligrosos y alimentos, materiales metálicos o de madera, yesos, que no hayan sido contaminados, etc

En la tabla No. 9 se sintetiza la clasificación propuesta por grupos y subgrupos.

Tabla No.9

**CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS
PROPUESTA EN ESTA METODOLOGÍA**

GRUPO 1: RESIDUO BIOCONTAMINADO
<p>Subgrupo 1.1 Sangre: La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados)</p> <p>Subgrupo 1.2 Cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos: Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico-infecciosos, y los utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.</p> <p>Subgrupo 1.3 Patológicos: Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol así como las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento y los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.</p> <p>Subgrupo 1.4 Residuos no anatómicos: Se encuentran en esta clasificación los recipientes desechables que contengan sangre líquida; los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido céfalo-raquídeo o líquido peritoneal, los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico; los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico, y los materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.</p> <p>Subgrupo 1.5 Objetos punzocortantes: Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual se deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal</p>
GRUPO 2: RESIDUOS ESPECIALES
<p>Subgrupo 2.1 Residuos Químicos Peligrosos. Compuestos por sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, reactivas, genotóxicas o mutagénicas, tales como: quimioterapéuticos; antineoplásicos, productos químicos no utilizados; plaguicidas fuera de especificación; solventes; ácido crómico (usado en limpieza de vidrios de laboratorio); mercurio de termómetros; soluciones para revelado de fotografías; aceites lubricantes usados, etc.</p> <p>Subgrupo 2.2 Residuos Farmacéuticos: Compuestos por medicamentos vencidos; contaminados, desactualizados; no utilizados, etc.</p> <p>Subgrupo 2.3 Residuos Radioactivos Compuesto por materiales radiactivos o contaminados con radionúclidos con baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biología, de laboratorios de análisis clínicos y servicios de medicina nuclear. Estos materiales son normalmente sólidos o líquidos (jeringas, papel absorbente, frascos, líquidos derramados, orina, heces, etc.)</p>
GRUPO 3: RESIDUOS GENERALES
<p>Compuesto por todos los residuos que no se encuadren en ninguna de las categorías anteriores y que, por su semejanza con los residuos domésticos, pueden ser considerados como tales. En este grupo se incluyen, por ejemplo, los residuos generados en administración, provenientes de la limpieza de jardines y patios, cocina, entre otros, y está caracterizado por papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de preparación de alimentos, etc.</p>

Fuente: Compendio de Normas

IV.2 Otros tipos de clasificación

A continuación se presenta la clasificación que aparece en las Normas Alemana y Brasileña y las sugeridas por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), las cuales han servido de referencia y guía para la normativa de diferentes países.

IV.2.1 Clasificación Alemana

- Residuos generales
- Residuos patológicos
- Residuos radiactivos
- Residuos químicos
- Residuos infecciosos
- Objetos punzocortantes
- Residuos farmacéuticos

IV.2.2 Clasificación de la Norma Brasileña

- Materiales provenientes de salas de aislamiento
- Material biológico
- Sangre humana y productos derivados
- Residuos quirúrgicos y anátomo patológicos
- Residuos punzocortantes
- Animales contaminados
- Residuos químicos peligrosos
- Residuos farmacéuticos
- Residuos radioactivos
- Residuo común

IV.2.3 Clasificación de la Organización Mundial de la Salud

- Residuos generales
- Residuos patológicos
- Residuos radiactivos
- Residuos químicos
- Residuos infecciosos

- Objetos punzocortantes
- Residuos farmacéuticos

IV.2.4 Clasificación de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América

- Cultivos y muestras almacenadas
- Residuos patológicos
- Residuos de sangre humana y productos derivados
- Residuos punzocortantes
- Residuos de animales
- Residuos de aislamiento
- Residuos punzocortantes no usados

IV.3 Etapas del manejo de residuos sólidos

La prioridad máxima de esta propuesta es la minimización de residuos, o sea la reducción del peso, del volumen y de la peligrosidad de éstos, puesto que resulta más beneficioso para la salud humana y la protección del medio ambiente evitar la generación de los residuos en lugar de generarlos para después intentar encontrar soluciones complejas y costosas para los mismos. Esta reducción en el origen se puede conseguir a través de diversas medidas como, por ejemplo, debe estar asociada particularmente a la gestión de compras, exigiendo materiales y útiles duraderos, reutilizables, reparables, o reciclables, en sustitución de productos y envases de "usar y tirar", la sustitución de sustancias peligrosas, la adecuación de la adquisición de materiales o productos a las necesidades reales, etc.

IV.3.1 Segregación y envasado (reducción en origen)

La reducción de los residuos en origen constituye la máxima prioridad en la jerarquía de gestión de los mismos. Durante esta etapa interviene un gran número de personas, en su mayoría, encargadas de la atención del paciente, muchas veces en condiciones de urgencia y bajo presión. A menos que hayan recibido una buena capacitación, dicho personal podría considerar el manejo de los residuos que generan como un asunto de poca importancia, desconociendo lo que ocurre con ellos una vez retirados del pabellón o quirófano⁵⁹.

La separación de los residuos es de suma importancia ya que se centra en las cantidades relativamente pequeñas que necesitan ser separadas. Una separación inadecuada puede no sólo exponer a riesgos al personal y al público sino que también eleva considerablemente los costos del manejo de residuos ya que se estaría dando un tratamiento especial a grandes cantidades cuando sólo una pequeña cantidad debiera recibirlo⁶⁰. Esta segregación en origen, además,

potenciaría las posibilidades de reutilización y reciclaje de otras fracciones residuales. La reducción que se conseguiría a través de una correcta separación haría viable, además, el tratamiento "in situ" de los residuos infecciosos prácticamente en todos los casos.

La segregación cuidadosa y recolección por separado de los residuos hospitalarios pueden resultar difíciles para el personal del hospital, pero es la clave para el manejo adecuado y seguro de los residuos de centros de salud: y consiste en separar o seleccionar apropiadamente los residuos según la clasificación adoptada. Esta operación se debe realizar en la fuente de generación¹.

Las ventajas de practicar la segregación en el origen son:

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

En cada uno de los servicios especializados, los responsables de la prestación (médicos, enfermeras, laboratoristas, auxiliares, etc.), generan materiales de residuo (algodones, jeringuillas usadas, papeles, muestras de sangre, etc.) Dichos materiales deben ser clasificados y separados en recipientes claramente distinguibles para cada tipo de residuos, y se debe contar con un envase especial para los objetos cortopunzantes.

Se debe contar con recipientes apropiados para cada tipo de residuos. El tamaño, peso, color, forma y material, debe garantizar una adecuada identificación, facilitar las operaciones de transporte y limpieza, ser herméticos para evitar exposiciones innecesarias y estar integrados a las condiciones físicas y arquitectónicas del lugar. Estos recipientes se complementan con el uso de bolsas plásticas para efectuar un adecuado embalaje de los residuos, sobre todo cuando se manejan residuos peligrosos o altamente peligrosos, en los que se recomienda el uso del empaque doble, es decir una bolsa plástica dentro de un sostenedor o envase para facilitar la limpieza.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002 en las áreas de generación de los establecimientos generadores, se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos biológico-infecciosos, de acuerdo con sus características físicas y biológicas infecciosas, conforme puede observarse en la tabla No. 10. Durante el envasado, los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o peligrosos.

Tabla No. 10
ESPECIFICACIONES DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM-087-ECOL-SSA1-2002

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	COLOR
4.1 Sangre	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.2 Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
4.3 Patológicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
4.4 Residuos no anatómicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.5 Objetos punzocortantes	Sólidos	Recipientes rígidos polipropileno	Rojo

Fuente⁴: NOM-087-ECOL-SSA1-2002

Según la Norma Mexicana las bolsas deberán ser de polietileno de color rojo traslúcido de calibre mínimo 200 y de color amarillo traslúcido de calibre mínimo 300, impermeables y con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, además deberán estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1) y la leyenda Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos, debiendo cumplir los valores mínimos de los parámetros indicados en la tabla No. 11. Las bolsas se llenarán al 80 por ciento (80%) de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal no pudiendo ser abiertas o vaciadas.

Tabla No. 11
CARACTERÍSTICAS DE LAS BOLSAS SEGÚN LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM-087-ECOL-SSA1-2002

PARAMETRO	UNIDADES	ESPECIFICACIONES
Resistencia a la tensión	Kg/cm ²	SL: 140 ST: 120
Elongación	%	SL: 150 ST: 400
Resistencia al rasgado	G	SL: 90 ST: 150

Fuente⁴: NOM-087-ECOL-SSA1-2002

SL: Sistema longitudinal ST: Sistema transversal.

Además especifica que los recipientes de los residuos peligrosos punzocortantes deberán ser rígidos, de polipropileno (la norma mexicana no ofrece alternativas

como por ejemplo en este caso acero inoxidable, polietileno de alta densidad o fibra de vidrio) color rojo, con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, que permitan verificar el volumen ocupado en el mismo, resistentes a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructibles por métodos físicos, así como tener separador de agujas y abertura para depósito, con tapa(s) de ensamble seguro y cierre permanente. Deberán contar con la leyenda que indique "RESIDUOS PELIGROSOS PUNZOCORTANTES BIOLÓGICO-INFECCIOSOS" y estar marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo No. 1 Figura No. 1). A continuación se especifican las condicionantes que establece la Norma para recipientes de punzocortantes y que contengan líquidos:

- a) La resistencia mínima de penetración para los recipientes tanto para punzocortantes como para líquidos, debe ser de 12.5 N (doce punto cinco Newtons) en todas sus partes y será determinada por la medición de la fuerza requerida para penetrar los lados y la base con una aguja hipodérmica calibre 21 x 32 mm mediante calibrador de fuerza o tensiómetro
- b) Los recipientes para los residuos peligrosos punzocortantes y líquidos se llenarán hasta el 80% (ochenta por ciento) de su capacidad, asegurándose los dispositivos de cierre y no deberán ser abiertos o vaciados
- c) Las unidades médicas que presten atención a poblaciones rurales, con menos de 2,500 habitantes y ubicadas en zonas geográficas de difícil acceso, podrán utilizar latas con tapa removible o botes de plástico con tapa de rosca, con capacidad mínima de uno hasta dos litros, que deberán marcar previamente con la leyenda de "RESIDUOS PELIGROSOS PUNZOCORTANTES BIOLÓGICO-INFECCIOSOS"

Especificaciones para excreciones y recipientes no contemplados en la normatividad

Debido a que la Norma Oficial Mexicana sobre residuos hospitalarios sólo considera los que entiende como biológico-infecciosos (biocontaminados), se expondrán a continuación especificaciones en el manejo de otros residuos no normados.

1. Las excreciones de pacientes con enfermedades de transmisión digestiva, deben ser recogidas en recipientes para desinfectarlas antes de descargarlas al alcantarillado o al ambiente, ya que pueden contribuir a la diseminación de epidemias, lo cual puede ser llevado a cabo adicionando un desinfectante directamente al recipiente que los contiene. Se pueden utilizar 10 ml de hipoclorito de sodio por cada 100 ml del residuo
2. Los envases de los residuos radioactivos deben marcarse con el símbolo universal de radioactividad (Anexo No.1 Figura No. 2)
3. Los residuos químicos pueden ser eliminados en su frasco original, con una leyenda que indique "RESIDUO QUÍMICO" y la fecha de eliminación; en el caso de múltiples recipientes de sustancias compatibles, se colocarán en cajas para este propósito. Se pueden utilizar también recipientes con volumen mayor de 4 litros, cuando se desea eliminar grandes cantidades de sustancias químicas compatibles

4. Cuando se quieren eliminar sustancias químicas inflamables, se recomienda utilizar recipientes metálicos rotulados. En el caso de los residuos químicos sólidos se pueden utilizar bolsas plásticas, las cuales se depositarán en recipientes resistentes

Con relación al *uso de colores y símbolos*, los recipientes, las bolsas y los lugares donde éstos se ubican, deben tener un código de colores e impresos visibles que indiquen el tipo de residuos que representan. Las normas internacionales estipulan los colores para cada tipo de residuos (rojo para los infecciosos, negro o blanco para los comunes y verde o amarillo para los peligrosos). Algunos símbolos de peligrosidad, tales como el de riesgo biológico o radioactividad son universales.

Según Gladys Monge el tamaño y número de los recipientes debe ser adecuado a la cantidad prevista de residuos que se generarán en la sala⁶¹, suponiendo que los desperdicios se recogen dos veces al día o con mayor frecuencia en los salones de operaciones o en las unidades de cuidados intensivos. El recipiente no deberá ser demasiado pesado cuando esté lleno; se recomienda una capacidad máxima de 100 litros para los residuos secos y de 50 litros para los residuos húmedos. a fin de que una sola persona pueda manipularlos cómodamente¹.

Cada recipiente deberá tener una etiqueta que indique claramente el pabellón o el cuarto al que pertenece. Si se trata de un recipiente reutilizable, deberá escribirse su ubicación claramente en un costado del mismo y siempre debe mantenerse en el mismo lugar. En el caso de las bolsas, deben marcarse con el número del cuarto antes de su uso, o una vez llenas, colocar una etiqueta adhesiva sobre la bolsa en un lugar visible. La razón de estas medidas es que puede ser necesario tener que rastrear el origen de los residuos si ocurriese algún incidente debido a los mismos. La identificación de los residuos tendrá un efecto preventivo porque todos los empleados del hospital se sentirán más responsables de lo que echan en cada bolsa.

IV.3.2 Recolección y transporte interno (Este aspecto no está considerado en la Norma Oficial Mexicana)

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

Las principales recomendaciones técnicas que se deben implementar y cumplir para la recolección y transporte interno, son las siguientes:

1. Se destinarán carros de tracción manual para la recolección y depósito en el almacenamiento, con amortiguación apropiada y llantas de goma preferentemente para asegurar rapidez y silencio en la operación.
2. Los vehículos deben estar diseñados de tal forma que asegure hermeticidad, impermeabilidad y estabilidad (revestidos internamente con acero inoxidable o aluminio), a fin de evitar accidentes por derrames de los residuos y choques o daños a la población hospitalaria, debiendo preverse la seguridad en la sujeción de las bolsas y contenedores. Se recomienda que posean una puerta con llave y un sistema de ventilación.

3. Los carros manuales de recolección no deberán rebasar su capacidad de carga durante su uso y permitirán el transporte de los residuos con un mínimo de esfuerzo e incomodidades.
4. El horario y la frecuencia de recolección deberán ser conocidas por todo el personal. Se debe evitar que los residuos permanezcan mucho tiempo en cada uno de los servicios. La recolección es más rápida cuando disminuye el movimiento de actividades.
5. Se debe señalar apropiadamente la ruta de recolección, utilizando siempre aquella destinada para los servicios de limpieza del hospital seleccionando el recorrido más corto posible entre el lugar de generación y el almacenamiento. No se deben dejar carros en los pasillos ni cruzarse con las operaciones de otros servicios tales como lavandería, cocina y otros.
6. No se recomienda la utilización de ductos neumáticos o de gravedad como medio de transporte interno de los residuos peligrosos, tratados o no tratados, ya que éstos pueden esparcir patógenos o sustancias tóxicas (dependiendo del tipo de residuo), lo que se traduce en falta de aseo, malos olores y presencia de vectores (insectos y roedores).
7. No se recomiendan los carros motorizados por los posibles problemas de ruido y la dificultad de su mantenimiento.
8. Preferentemente la recolección debe ser diferenciada, es decir, se operará por rutas y horarios diferentes según el tipo de residuo.
9. Los residuos químicos, otros peligrosos y algunos reciclables, deben ser recolectados en forma separada y especializada, según las características propias del residuo.
10. Los vehículos de recolección y transporte interno se lavarán y desinfectarán diariamente con vapor o con algún producto químico que garantice sus condiciones higiénicas al final de la operación. Todos los residuos resultantes de esta actividad se deberán disponer adecuadamente.
11. Durante la carga y el transporte los residuos se manipularán lo menos posible.
12. Los vehículos manuales de recolección deberán tener la leyenda: "USO EXCLUSIVO PARA RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS" en la parte delantera y posterior con letras de por lo menos 80 mm de altura, además del símbolo universal de riesgo biológico.
13. La altura de la plataforma o buzón de carga no debe exceder 1.20 m. Cuando la capacidad del vehículo sobrepasa 1 ton, debe disponerse en el hospital de dispositivos mecánicos de descarga⁶¹.
14. Los vehículos deben tener el equipo y los desinfectantes necesarios para enfrentar derrames ocasionales de residuos durante su manipulación.
15. El equipo mínimo de protección del personal que efectúe la recolección, consistirá en uniforme completo, guantes y mascarilla o tapa boca. Si se

manejan residuos líquidos se deberán usar anteojos de protección. Estas precauciones son por razones higiénicas y para evitar lesiones en la piel.

IV.3.3 Almacenamiento temporal

Este almacenamiento consiste en seleccionar un ambiente apropiado donde se centralizará el acopio de los residuos biológico-infecciosos (biocontaminados) en espera de ser transportados al lugar de tratamiento o disposición final, el cual debe ser diferente al utilizado para el almacenamiento de los residuos comunes. El ambiente de este tipo de almacenamiento debe cumplir con características técnicas tales como:

1. Exclusividad

El área designada debe ser utilizada solamente para el almacenamiento temporal de los residuos hospitalarios biocontaminados o especiales, los cuales deberán estar separados. Los residuos peligrosos biocontaminados (biológico-infecciosos) envasados, incluidos los residuos punzocortantes deberán almacenarse en contenedores metálicos o de plástico de color rojo con tapa y ser rotulados con el símbolo universal de riesgo biológico, con la leyenda "RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS".

Los residuos patológicos, humanos o de animales (que no estén en formol) deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C (cuatro grados Celsius), en las áreas de patología, o en almacenes temporales con sistemas de refrigeración o en refrigeradores en áreas que designe el responsable del establecimiento generador dentro del mismo

2. Seguridad

Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos, en lugares y formas visibles. El acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades. El local debe estar techado, ser de fácil acceso, para la recolección y transporte, y sin riesgos de inundación e ingreso de animales. Debe contar con extinguidores de acuerdo al riesgo asociado y con pisos sellados e impermeabilizados. Debe contar con muro de contención para detener derrames. No deben existir conexiones con drenaje en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, tuberías de albañales o cualquier otro tipo de abertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.

La capacidad del almacenamiento se establecerá de acuerdo al nivel del establecimiento generador y a los días que se almacenan los residuos.

3. Higiene y saneamiento

El ambiente debe contar con buena iluminación y ventilación, debe tener pisos y paredes lisos y de colores claros, preferentemente blanco. Debe contar con

abastecimiento de agua fría y caliente, con presión apropiada como para llevar a cabo operaciones de limpieza rápidas y eficientes, también debe tener un sistema de drenaje adecuado y los pisos deben tener una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada. Las aberturas existentes deben estar protegidas por mallas que eviten la entrada y proliferación de vectores.

4. Ubicación adecuada

Estar separada de las áreas de pacientes, visitas, almacén de medicamentos y materiales para la atención de los mismos, cocinas, comedores, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías. Preferentemente debe ubicarse cerca de las puertas de servicio del local, a fin de facilitar las operaciones de transporte externo.

El diseño, construcción y ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos en las empresas prestadoras de servicios, deberán ajustarse a las disposiciones señaladas y contar con la autorización correspondiente por parte de la SEMARNAT.

Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos que no cuenten con espacios disponibles para construir un almacenamiento temporal, podrán utilizar contenedores plásticos o metálicos para tal fin, siempre y cuando cumplan con los requisitos de la SEMARNAT.

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos podrán ser almacenados en centros de acopio, previamente autorizados por la SEMARNAT. Dichos centros de acopio deberán operar sistemas de refrigeración para mantener los residuos peligrosos biológico-infecciosos a una temperatura máxima de 4°C (cuatro grados Celsius) y llevar una bitácora de conformidad con el artículo 21 del Reglamento en materia de Residuos Peligrosos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El tiempo de estancia de los residuos en un centro de acopio podrá ser de hasta treinta días.

IV.3.4 Recolección y transporte externo (Este aspecto coincide con la Norma Oficial Mexicana en su totalidad)

La recolección y el transporte de los residuos peligrosos biológico-infecciosos,, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en los ordenamientos jurídicos aplicables y cumplir lo siguiente:

1. Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se ha especificado en esta metodología. Los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deben ser compactados durante su recolección y transporte.
2. Los contenedores utilizados como envase de las bolsas de residuos biológico-infecciosos deben ser desinfectados y lavados después de cada ciclo de recolección.

3. Los vehículos recolectores deben ser de caja cerrada y hermética, contar con sistemas de captación de escurrimientos, y operar con sistemas de enfriamiento para mantener los residuos a una temperatura máxima de 4°C (cuatro grados Celsius).
4. Además, los vehículos con capacidad de carga útil de 1,000 kg. o más deben operar con sistemas mecanizados de carga y descarga.
5. Durante su transporte, los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o de origen industrial.
6. Para la recolección y transporte de residuos peligrosos biológico-infecciosos se requiere la autorización por parte de la SEMARNAT.

IV.3.5 Tratamiento

Entre las tecnologías más comunes disponibles para el tratamiento de residuos biocontaminados se encuentran las siguientes: la incineración, la esterilización a vapor (autoclave), el tratamiento por microondas y la desinfección química. Sin embargo, un inadecuado diseño o operación inadecuada de los sistemas de tratamiento pueden generar problemas de contaminación ambiental, por lo que es importante prevenir esta posibilidad mediante la selección correcta de la alternativa a utilizar y la capacitación del personal a cargo de su operación.

El tratamiento de los residuos hospitalarios se efectúa por diversas razones⁶¹:

- Eliminar su potencial infeccioso o peligroso previo a su disposición final
- Reducir su volumen
- Volver irreconocibles los residuos de la cirugía (partes corporales)
- Impedir la inadecuada reutilización de artículos reciclables

I. Incineración

Los residuos son quemados bajo condiciones controladas para oxidar el carbón y el hidrógeno presente en los mismos. Este método se utiliza para tratar varios tipos de residuos. Los materiales no incinerables permanecen como residuos. Los incineradores deben contar con doble cámara: primaria, con temperaturas entre 600 y 850°C y secundaria alrededor de 1.200°C; además de contar con filtro y un sistema de lavado de gases.

Ventajas

- Destruye cualquier material que contiene carbón orgánico, incluyendo patógenos
- Reduce en un 80 a 95% el volumen y masa del material a ser dispuesto en los rellenos
- Se puede recuperar la energía para generar vapor y/o electricidad

Desventajas

- Las emisiones gaseosas contienen varios contaminantes
- La operación y mantenimiento son complejos
- Los costos de capital, mantenimiento y operación son elevados

El tratamiento con incinerador móvil es una solución costo-beneficio que resulta muy ventajosa para el tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios biocontaminados, con la posibilidad de tratar los residuos en cada establecimiento, sin los riesgos asociados al transporte de los residuos biocontaminados fuera del mismo. Con la capacidad de tratamiento de 25kg/hora disponible a la escala comercial de estas unidades, operando 8 horas diarias, con una flota mediana de estas unidades móviles se podría dar solución al tratamiento de los residuos sólidos biocontaminados en gran parte del país.

II. Esterilización a vapor – Autoclave

El autoclave es un proceso eficiente de desinfección térmico-húmeda. Las autoclaves que usualmente se emplean para la esterilización de artículos reciclables, sólo permiten el tratamiento de cantidades limitadas de residuos. Por ello, generalmente sólo se emplean para residuos biocontaminados, tales como cultivos microbianos y objetos cortopunzantes.

Los residuos son expuestos a altas temperaturas mediante la inyección de vapor y alta presión, lo que permite destruir los patógenos.

Existen tres tipos de autoclave:

- Desplazamiento por gravedad: temperatura a 121°C y presión de 1.1 a 1.2 atmósferas, con un tiempo de residencia promedio de 90 minutos. La expulsión del aire se lleva a cabo por gravedad, debido a la diferencia de su densidad en comparación con la del vapor caliente que entra al esterilizador.
- Pre-vacio⁽⁶²⁾: temperatura a 132°C y presión entre 1.84 y 2.18 atmósferas, con un tiempo de residencia promedio de 45 minutos. La expulsión del aire se realiza mediante una bomba de extracción capaz de lograr un vacío no menor de 15 mm de Hg de presión absoluta.
- Retorta: temperaturas superiores a 204°C y presión de vapor superior a las 20.4 atmósferas^{61,62}, con un tiempo de residencia promedio de 25 minutos². Trabaja con alto vacío para la esterilización de grandes volúmenes de residuos biocontaminados.

Comúnmente se aceptan temperaturas de 121°C y con un tiempo de residencia de media hora o más dependiendo de la cantidad del residuo. Los costos de inversión varían de \$50.000 a \$200.000, con capacidad de 20 l a 8 m³ y temperatura de 120°C a 160°C. En 1999 la operación de una autoclave de 50 t/año costaba alrededor de 400 dólares por tonelada⁶².

Factores Condicionantes

- Tipo de residuo
- Características de los empaques
- Volumen de residuos y su distribución en la cámara
- Indicador de control biológico
- *Bacillus stearothermophilus*

Ventajas

- Ambientalmente aceptable
- Inversión y costos operativos relativamente bajos

Desventajas

- Se requiere de técnicos calificados para la operación
- Inadecuado para residuos anatómicos, residuos químicos o farmacéuticos o aquellos que no sean fácilmente afectados por el calor

La autoridad correspondiente definirá los ajustes propios del monitoreo. La carga de los residuos al autoclave será de acuerdo a las indicaciones del manual del fabricante. Las bolsas estarán dispuestas en el equipo de tal manera que permitan la penetración y flujo del vapor en toda la masa de residuos

Monitoreo (Pruebas de esterilización)

- Se realizará, con un indicador biológico (esporas de *Bacillus stearothermophilus*)
- La instalación que utilice este método deberá efectuar por lo menos 10 testigos y siempre que se realicen modificaciones a la composición o volúmenes de residuos tratados
- Las cápsulas con el indicador biológico deberán colocarse dentro de las bolsas que contienen los residuos para verificar que el vapor ha penetrado a los sitios de más difícil acceso
- En el caso de que las pruebas de monitoreo biológico resulten positivas, se efectuarán las variaciones de los parámetros iniciales de tiempo, temperatura y presión, revisando la forma en que están envasados los residuos, hasta que la prueba de monitoreo biológico resulte negativa
- Los resultados de estas pruebas deberán quedar registrados en una bitácora

Se deberá llevar un registro de cada tratamiento, indicando los datos de: fecha, volumen y tipo de residuos; tiempo de tratamiento, temperatura y presión de la autoclave; resultados del monitoreo; así como el nombre, cargo y firma de la persona responsable de la esterilización. Se añadirán todas las otras especificaciones que la autoridad sanitaria determine en cada caso.

III. Desinfección Química

Esta desinfección es un proceso eficiente, pero peligroso para sus operadores y costoso si los precios de los desinfectantes químicos son elevados. Requiere de técnicos calificados y adecuadamente protegidos para una operación segura. No es recomendada para tratar todos los residuos hospitalarios biocontaminados, pero si es útil para la desinfección de objetos punzocortantes reciclables o desinfección de excreciones de pacientes con enfermedades de transmisión digestiva¹.

Los procesos incluyen el contacto de los residuos hospitalarios con desinfectantes químicos. Los materiales entran a un baño donde son mezclados con el desinfectante. Los líquidos resultantes, incluyendo cualquier rezago del agente desinfectante, son descargados al sistema de alcantarillado, mientras que los sólidos ya desinfectados son dispuestos en el relleno⁶².

Características

La eficiencia de desinfección depende del tipo de desinfectante utilizado, se deben controlar factores como concentración, temperatura, pH, tiempo de contacto del desinfectante con los residuos.

Los desinfectantes más comunes son:

- Dióxido de cloro
- Hipoclorito de sodio
- Óxido de etileno
- Gas formaldehído, glutaraldehído y otros

Ventajas

- Costo moderado de inversión y operación
- Económico para establecimientos de tamaño medio y grandes
- Operación relativamente sencilla por la automatización del equipo

Desventajas

- Los productos químicos usados como desinfectantes son a veces sustancias peligrosas y requieren precauciones en su manejo
- Los residuos contienen remanentes de sustancias químicas y en ciertos casos se requiere tratar los efluentes
- La desinfección puede ser incompleta cuando el contacto con el residuo es difícil, excepto cuando el equipo esta acoplado con un sistema de destrucción mecánica.

IV. Microondas⁶²

Los residuos son triturados y se les inyecta vapor para asegurar la absorción uniforme del calor durante el tratamiento, en este estado son impulsados a través de una cámara donde son expuestos a las microondas.

Características

- Los residuos son calentados hasta una temperatura de 95°C y por espacio de 30 minutos
- Tiene una frecuencia de 2.450 MHz y una longitud de onda de 12.24 cm
- El costo para un equipo de 250 Kg/hora es de \$500.000 (año 1999).

Ventajas

- Bajo consumo de energía, aproximadamente 270 kw/hora
- Deja irreconocibles los residuos⁶¹
- Tecnología ambientalmente sustentable
- Eficiencia de tratamiento muy alta, con reducción del volumen de residuos en un 80%

Desventajas

- Riesgo de liberar material tóxico volátil durante el proceso de tratamiento
- Con frecuencia la molienda está sujeta a fallas mecánicas y/o avería
- La operación del equipo tiene que ser realizada por personal capacitado
- No todos los cuerpos de parásitos y bacterias esporuladas son destruidos.

V. Irradiación con Haz de Electrones⁴³

La destrucción de los patógenos se efectúa por disociación química y ruptura de sus células causadas por el flujo de electrones sobre este tipo de residuos. El consumo de energía eléctrica es bastante bajo, también los costos operativos que para una unidad fija de tratamiento se encontraban en el año 1999 en el rango de 0.424 US\$/kg, y los costos de mantenimiento de 0.0075 US\$/Kg.

Con costos de inversión bastante elevados a razón de 3,281.85 US\$/Kg-día, se espera que con el avance de la tecnología de los superconductores, la investigación de nuevos materiales y el criterio de economía a escala aplicado a su fabricación, éstos se reduzcan a valores que hagan económicamente viable la aplicación de esta tecnología de tratamiento.

Se alcanzan altas eficiencias de tratamiento con un mínimo de impacto ambiental al generarse un mínimo de emanaciones gaseosas al no producirse efluentes. Los residuos sólidos producidos no poseen radiación residual, son estériles y pueden ser tratados como basura municipal. Dados los altos volúmenes de tratamiento, este sistema en su versión fija podría considerarse para operar como tratamiento central para hospitales de gran tamaño, superiores a 400 camas.

La unidad móvil de tratamiento representa una alternativa viable técnico económica, ambientalmente sostenible para tratar los residuos en cada establecimiento de salud, con costos de inversión de 103.50 US\$/Kg-día, costos operativos de 0.10US\$/Kg y costos de mantenimiento de 0.0098 US\$/Kg en el año de 1999.

Ventajas⁶³

- Destrucción total de patógenos
- Se pueden tratar los residuos comunes y biocontaminados
- No tiene efluentes ni emisiones gaseosas peligrosas

Desventajas⁶³

- Se necesita acondicionar los residuos previamente al proceso, pues el haz de electrones puede ser retenido por vidrio y otros materiales de mayor densidad
- No reduce el volumen de los residuos, no se presenta alteración de forma física o química
- Se tiene formación de p+ozono durante la operación del equipo (efecto corona)
- Se requiere de personal capacitado durante la operación y mantenimiento del equipo
- Aunque mínimos existe riesgo de radiación
- Altos costos de inversión y operación (energía), así como de mantenimiento

VI. Otros procesos de tratamiento⁶³

- 1. Pirólisis:** Proceso de inactivación de los microorganismos infecciosos por la descomposición química de sus moléculas, al ser sometidos los residuos biocontaminados a intenso calor en un ambiente controlado. Es una tecnología donde se aplica calor sin oxidación de los residuos sólidos biocontaminados. para lograr una descomposición química de las moléculas orgánicas de los residuos a elementos simples (carbón, hidrógeno, etc.). En la cámara de acero inoxidable donde se realiza la pirólisis el calor es generado por resistencia eléctrica y las paredes de la cámara son enfriadas por agua. Sistemas existentes pueden procesar hasta 60 kg/hora de residuos biocontaminados (RPBI).
- 2. Detoxificación sintética:** Esta tecnología utiliza vapor sobrecalentado para convertir los residuos biocontaminados en vapor no tóxico y en residuos secos inocuos. Los residuos biocontaminados, que pueden ser vidrios, metales, papel o madera, son triturados en una primera etapa y reducidos a dimensiones de un cuarto (¼) de pulgada. Los residuos triturados fluyen a un evaporador donde son trasladados por un transportador tipo gusano hacia la puerta de descarga. En su recorrido los residuos son expuestos a un flujo de vapor sobrecalentado que está a una temperatura entre 590°C y 650°C. Las partículas del residuo biocontaminado triturado fluyen en dirección opuesta a la del vapor, siendo en este proceso convertidas en vapor orgánico no tóxico (dióxido de carbono y agua) y en residuos secos inorgánicos inocuos. Existen tecnologías que pueden tratar entre 200 y 1,200 kg de residuos sólidos biocontaminados por día. Los residuos sólidos secos e inocuos pueden ser dispuestos en el relleno sanitario.
- 3. Piroxidación:** Combina el proceso de descomposición química de los residuos biocontaminados logrados con la pirólisis, con la oxidación en una segunda etapa mediante un flujo controlado de aire a la cámara. El control de la eficiencia se

efectúa a través del monitoreo computarizado de las emisiones de los gases emitidos a la atmósfera.

- 4. Plasma:** Proceso en el cual se destruyen los patógenos por la alta temperatura que se genera al ionizar un gas en la cámara de tratamiento. Un arco eléctrico se produce entre dos electrodos que ionizan un gas inerte, suministrado a través de una boquilla, formando así el plasma (el gas ionizado es definido como plasma). El arco calienta el gas a temperaturas muy altas a la que éste resulta ionizado, y a la cual se destruyen los patógenos de los residuos biocontaminados. Se necesita disponer de una fuente de electricidad con un generador de alta frecuencia para el arco eléctrico, así como con una batería de cilindros de gas inerte (nitrógeno o argón) en la capacidad requerida para abastecer de gas al sistema.

Un controlador basado en un microprocesador se encarga de proveer las condiciones operativas adecuadas en función a las señales de control recibidas del sistema (temperatura y flujo de gas). Debido a las altas temperaturas que se logran en la cámara para la destrucción de los patógenos en los residuos biocontaminados se dispone de un sistema de enfriamiento, también controlado por el mismo sistema basado en el microprocesador.

Otros residuos peligrosos (**grupo 2 especiales**) pueden eliminarse del siguiente modo:

- Los fármacos citotóxicos deben ser quemados o degradados químicamente por especialistas calificados. Nunca deberán diluirse o verterse al alcantarillado
- Los materiales radiactivos pueden devolverse a la industria nuclear que los suministró. La mayoría de los residuos radiactivos de los establecimientos médicos tienen un nivel bajo de radiactividad y una vida media corta, por lo que pueden ser almacenados en condiciones controladas hasta que puedan ser tratados como otros residuos. Debe solicitarse asesoramiento de expertos
- Los envases presurizados deben enterrarse o devolverse al fabricante pero nunca quemarse o procesarse mecánicamente

En la selección de una alternativa de tratamiento es necesario realizar un análisis comparativo de los parámetros más relevantes de cada proceso considerando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, buscando aquel que más se adecue a las necesidades particulares de cada centro de atención de salud

En las tabla No. 12 y 13 se comparan algunos factores a tener en cuenta al seleccionar un sistema de tratamiento y en la tabla No. 14 se resume el panorama de los métodos de eliminación y tratamiento adecuados para distintas categorías de residuos sólidos hospitalarios.

Tabla No. 12
COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS
BIOCONTAMINADOS

FACTOR	SISTEMA DE TRATAMIENTO		
	ESTERILIZACIÓN POR VAPOR	INCINERACIÓN	MICROONDAS
Aplicación	Mayoría de residuos infecciosos	Casi todos los residuos infecciosos	Casi todos los residuos infecciosos
Operación	Fácil	Compleja	Moderadamente compleja
Requerimientos del personal	Capacitado	Capacitado	Capacitado
Reducción de volumen	30% (sin compactación subsecuente)	85 a 95%	60% (con trituración)
Riesgos ocupacionales	Bajo	Moderado	Bajo
Efluentes líquidos	Bajo riesgo	Riesgo moderado (lavador de gases)	Bajo riesgo
Emisiones al aire	Bajo riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo

Fuente⁶¹

Tabla No. 13. RESUMEN DE LAS VENTAJAS E INCONVENIENTES PRINCIPALES DE LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS ⁶⁴

Métodos de tratamiento y eliminación	Ventajas	Inconvenientes
Incineración pirolítica/ Incineración en dos etapas con eficiente limpieza con gases	Muy alta eficiencia en la desinfección adecuada para todos los desechos infecciosos y la mayor parte de los desechos farmacéuticos y químicos	Temperatura de incineración de más de 800°C, destrucción de citotóxicos, costos relativamente altos de inversión y operación. Debe realizarse un manejo prudente de los residuos de la incineración (por ejemplo cenizas acumuladas en el fondo, cenizas voladoras) porque pueden presentar características peligrosas
Incineración en cámara única con reducción de polvo	Buena eficiencia de desinfección; drástica reducción del peso y volumen de los desechos, los residuos pueden eliminarse en un vertedero; no se requieren operadores altamente calificados; costos de inversión y operación relativamente bajos	Generación de considerables emisiones de contaminantes atmosféricos y eliminación periódica de sedimentos y hollín, si la temperatura es inferior a 800°C, es ineficiente en cuanto a la destrucción de sustancias químicas y drogas resistentes a la temperatura, como las citotóxicas
Incinerador de tambor o ladrillos	Reducción del peso y volumen de los desechos, los residuos pueden eliminarse en un vertedero, no se requieren operadores altamente calificados, muy bajos costos de inversión y operación.	Los microorganismos se destruyen solo en un 99%, muchas sustancias químicas y farmacéuticas no se destruyen completamente, emisiones en gran escala de humo negro, cenizas voladoras y gases tóxicos de combustión Sólo puede usarse excepcionalmente para la eliminación de desechos infecciosos en determinadas circunstancias fuera de zonas urbanas (por ejemplo cuando no se dispone de ningún otro método de tratamiento en una situación de emergencia como la de brotes agudos de enfermedades transmisibles).
Desinfección química	Desinfección eficiente en condiciones operativas adecuadas con desechos especiales, costosa si los desinfectantes químicos son caros	Se requieren técnicos altamente calificados para la realización del proceso, utilización de sustancias peligrosas que requieren medidas generales de seguridad, inadecuado para desechos farmacéuticos, químicos y para la mayor parte de los tipos de desechos infecciosos (desechos sólidos combinados)
Tratamiento con humedad y temperatura en autoclave	Racional desde el punto de vista ambiental; costos de inversión y operación relativamente bajos Adecuado para desechos infecciosos y microbiológicos	Las desmenuzadoras están expuestas a muchas fallas y mal funcionamiento, su operación requiere técnicos calificados, inadecuadas para desechos farmacéuticos y químicos o desechos que no sean de fácil penetración por el vapor sin desmenuzamiento u otros métodos de destrucción, aunque inadecuado para desechos anatómicos
Irradiación en microondas	Adecuada eficiencia en cuanto a desinfección en condiciones operativas apropiadas, ambientalmente racional	Altos costos de inversión y operación, posibles problemas de operación y mantenimiento, sólo para desechos infecciosos húmedos o desechos infecciosos con alto contenido de agua
Encapsulado (por ejemplo con hormigón o yeso)	Simple y seguro; bajo costo.	Sólo para material lacerante.
Vertederos de diseño especial	Seguro si se restringe el acceso y se limita la infiltración natural	Segura si se limita el acceso al sitio y no existe riesgo de contaminación del agua

Fuente⁶⁴: ONU Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación Directrices Técnicas sobre el Manejo Ambientalmente Racional de los Desechos Biomédicos y Sanitarios Ginebra, 2002

Tabla No. 14. PANORAMA DE LOS MÉTODOS DE ELIMINACIÓN Y TRATAMIENTO ADECUADO PARA DISTINTAS CATEGORÍAS DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS

Método	Inci eración pirolítica incineración en dos etapas (con una zona de quemamiento para ulterior, por ejemplo horno rotatorio)	Inci eración en cámara única o incineración de residuos municipales	Desinfección química	Tratamiento con temperatura y humedad en autoclave	Irradiación en microondas	Encapsulado (por ejemplo con hormigón o yeso - sólo programas mínimos)	Vertederos especialmente diseñados a/	Descarga a sistemas de alcantarillado	Otros métodos
Desechos infecciosos	Si	Si (requisitos especiales, como alimentación directa)	Pequeñas cantidades	Si	Si (desechos húmedos)	No	Si <u>b/</u>	<u>c/</u> - sólo orina y heces	
Anatómicos	Si	Si <u>b/</u>	No	<u>c/</u>	<u>c/</u>	No	Si <u>b/</u>	No	
Material lacerante	Si	Si <u>b/</u>	Si	Si	No	Si	Si <u>b/</u>	No	
Desechos farmacéuticos	En pequeñas cantidades a altas temperaturas > 850°C	Si <u>b/</u>	No	No	No	Si	Pequeñas cantidades	No	Devolución de medicamentos vencidos al proveedor
Desechos citotóxicos	A altas temperaturas > 850°C	No	No	No	No	No	En casos excepcionales si se cumplen requisitos especiales, como fijación	No	Devolución de medicamentos vencidos al proveedor
Desechos químicos	En pequeñas cantidades	<u>c/</u>	No	No	No	No	En casos excepcionales si se cumplen requisitos especiales como fijación	Si <u>b/</u> - sólo pequeñas cantidades de desinfecciones de líquidos	Devolución de sustancias no utilizadas al proveedor

a/ Conforme a reglamentos y políticas nacionales, en algunos países pueden estar prohibidos los vertederos

b/ No es el método preferible.

c/ Subsiste la incertidumbre con respecto a lo inadecuado de la operación de eliminación. En ciertos casos podría utilizarse la alternativa de eliminación, a condición de que se apliquen determinadas salvaguardias

Nota: Los métodos preferibles aparecen en negrita

Fuente⁶⁴ ONU Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación Directrices Técnicas sobre el Manejo Ambientalmente Racional de los Desechos Biomédicos y Sanitarios Ginebra, 2002

A continuación en la tabla No. 15 se presenta una síntesis de los costos de inversión, operación y mantenimiento de las tecnologías más viables para el tratamiento.

Tabla No. 15
COSTOS ASOCIADOS A LAS TECNOLOGÍAS MÁS VIABLES PARA
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

TECNOLOGÍA	COSTOS		
	US\$/Kg-DÍA	US\$/Kg	
	INVERSION	OPERACIÓN	MANTENI- MIENTO
Esterilización por vapor	190	0.1108	0.0812
Incineración de doble cámara (estacionario)	206-240	0.372	0.198
Incinerador móvil	1750-3000	0.490	0.173
Irradiación con Haz de Electrones	3,281.85	0.424	0.0075

Fuente⁴³: Administración de Residuos Sólidos Hospitalarios. Lima, 1999

Según datos de la Organización Mundial de la Salud³¹, hasta 1997 en México se utilizaba la desinfección con dióxido de cloro a razón de 13 toneladas por día, estimándose que el costo de manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos en general se encontraba entre US \$80 a US \$1,500 por tonelada. También se plasma la información de que hasta la fecha aparentemente solo 46% de los residuos peligrosos recibían algún tipo de tratamiento, desconociéndose el destino del resto.

La Norma Oficial Mexicana plantea que los residuos peligrosos biológico-infecciosos (biocontaminados) deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final en los sitios autorizados. El exigir que los residuos tienen que ser irreconocibles para su disposición final no disminuye los riesgos de transmisión, sino que sólo garantiza la imagen pública y un cierto aseguramiento de que el tratamiento que debe continuarse aplicando es la incineración. Desde el punto de vista de riesgos de contaminación o infección que es lo que debería preocuparnos, no se justifica este requisito, que representaría un costo adicional.

También se plantea que la operación de sistemas de tratamiento que apliquen tanto a establecimientos generadores como prestadores de servicios dentro o fuera de la instalación del generador, requiere autorización previa de la SEMARNAT, sin

perjuicio de los procedimientos que competan a la SSA de conformidad con las disposiciones aplicables en la materia.

Con respecto a los residuos patológicos se especifica que deben ser incinerados o inhumados, excepto aquellos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación o sean muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico. Se plantea que en caso de ser inhumados estos residuos debe realizarse la inhumación en sitios autorizados por la SSA. Acertadamente, en este aspecto no se exige que tienen que ser irreconocibles.

IV.3.6 Disposición final

1º. Relleno Sanitario *(De los residuos hospitalarios, sólo no deben ir a esta disposición final los biológicos procedentes de laboratorios de microbiología antes de su tratamiento, los cortopunzantes que no estén en recipientes adecuados, los procedentes de anatomía patológica y los químicos y físicos clasificados como especiales y no compatibles con disposición en rellenos sanitarios).*

La NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-083-SEMARNAT-2003⁶⁵, especificaciones de protección ambiental para a selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, contiene todas las especificaciones comunes a las requeridas para brindar dicha disposición final a los residuos sólidos provenientes de unidades hospitalarias, salvo las excepciones citadas anteriormente. Para garantizar la máxima protección se considerará que estos residuos necesitan ir a un sitio de disposición final tipo A. En el anexo No. 2 se muestran los métodos empleados en las celdas diarias en el relleno sanitario⁶⁷.

Deberá supervisarse que no se pepene la basura procedente del hospital en el almacenamiento externo del propio centro asistencial, ni durante su traslado hacia el relleno sanitario, ni dentro de éste; debiéndose controlar que se dispongan dichos residuos en un área separada del área principal de trabajo, no permitiéndose practicar la disposición conjunta con otros residuos. Debe aplicarse un método de disposición final que garantice la seguridad laboral y pública durante las actividades de relleno. Los residuos provenientes de unidades hospitalarias deberán cubrirse inmediatamente para prevenir contaminación o separación de subproductos.

2°. Encapsulado⁶²

Es la opción más económica de disponer los objetos punzocortantes. Cuando se llenan tres cuartos del envase utilizado, se vierten sustancias, tales como: cemento líquido, arena bituminosa o espuma plástica, hasta llenar el envase. Cuando la sustancia se seca, el envase puede ser dispuesto en un relleno adecuado o dentro de las instalaciones del hospital. Este método es simple, seguro, de bajo costo y también puede aplicarse a productos farmacéuticos. Sin embargo, no es recomendable para residuos infecciosos no cortantes.

En el Anexo No. 3 se presentan las características fundamentales de las celdas diarias que deben considerarse para la disposición adecuada de los residuos sólidos hospitalarios dentro de un relleno sanitario.

3°. Residuos Farmacéuticos¹

El manejo adecuado de residuos farmacéuticos que conlleva a la minimización de los mismos es fundamental en el manejo posterior de éstos. La disposición final de pequeñas cantidades de estos residuos al igual que de los químicos es fácil y económica, mientras que las grandes cantidades requieren tratamiento especializado y más costoso, como la incineración a altas temperaturas. Los países en desarrollo también deben ser cuidadosos al momento de aceptar donaciones o medicamentos que están por expirar. Las opciones de disposición son las siguientes:

- *Incineración* a altas temperaturas
- *Descarga al alcantarillado*: cuando los residuos son solubles en agua y existen grandes volúmenes de agua residual. Este método no debe aplicarse a antibióticos
- *Encapsulado*: cuando la incineración o la descarga al alcantarillado no son factibles, estos residuos deben encapsularse
- *Devolución al proveedor original*, cuando por contrato así esté especificado.

4°. Residuos Citotóxicos¹

Están constituidos por los excedentes de fármacos provenientes de tratamientos oncológicos y elementos utilizados en su aplicación tales como jeringas, guantes, frascos, batas, bolsas de papel absorbente y demás material usado en la aplicación del fármaco. Son sumamente peligrosos para la salud humana por sus propiedades mutagénicas, carcinogénicas y teratogénicas, por lo que nunca deben disponerse en rellenos o en el alcantarillado.

Los medicamentos antineoplásicos o citotóxicos, también llamados anticancerígenos, tienen la característica de matar o detener el crecimiento de las células vivas. Se usan en la quimioterapia del cáncer que se realiza generalmente en centros especializados de tratamiento, por lo que es extremadamente improbable que formen parte de donaciones en emergencias. Sin embargo, si los no requeridos se descargan en el medio ambiente; pueden tener efectos negativos, ya que pueden

intervenir en los procesos reproductivos de varias formas de vida, por lo tanto su disposición debe manejarse de manera muy cuidadosa.

La gravedad de los riesgos sanitarios que corren los trabajadores que manejan estos desechos obedece a los efectos combinados de la toxicidad de la sustancia y la escala de la exposición que puede producirse durante este manejo, así como en los preparativos para el tratamiento, o en la eliminación de los desechos. Las principales sendas de exposición son la inhalación de polvo o aerosoles, la absorción por la piel, la ingestión accidental de alimentos en contacto con medicamentos citotóxicos o sus desechos, o por el contacto con las secreciones de pacientes sometidos a quimioterapia.

Estos desechos surgen generalmente en lugares centrales, por ejemplo en farmacias y laboratorios, o en lugares en que se preparan soluciones citotóxicas listas para su utilización, por lo que el almacenaje intermedio de los mismos debe realizarse de forma separada en condiciones controladas y en lugares cerrados con llave. Las precauciones deben aplicarse también durante el traslado fuera del establecimiento respectivo, ya que la liberación de estos productos puede afectar desfavorablemente el medio ambiente. Debe controlarse estrictamente su manejo en contenedores cubiertos e impermeables, recomendándose utilizar codificación en los envases. Los desechos de antineoplásicos nunca deben disponerse en rellenos sanitarios antes de su **encapsulamiento o inertización**, ni desecharse por el drenaje antes de su **inactivación**, la cual se realizaría mediante métodos fisicoquímicos bajo supervisión.

Las opciones recomendadas de disposición final son las siguientes:

- *Devolución al proveedor original* en la actualidad es la única opción segura para centros hospitalarios que no disponen de tecnologías avanzadas para la incineración. En México, las responsabilidades relacionadas con el seguimiento de las formas de disposición de estos medicamentos por parte del proveedor original recaen en la Secretaría de Salud (SSA) y en su caso en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por medio de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y del Instituto Nacional de Ecología (INE).
- *Incineración a altas temperaturas*: Necesita 1200°C durante dos segundos de residencia de gas o 1000°C durante cinco segundos de residencia de gas. También es posible la incineración en hornos rotatorios designados para la descomposición térmica de residuos químicos. La incineración en equipos de una sola cámara no es apropiada para estos residuos, ya que se generan emisiones atmosféricas de vapores citotóxicos.
- *Degradación química*: los métodos de degradación de residuos citotóxicos a compuestos no genotóxicos/no tóxicos pueden emplearse para la degradación de residuos de medicamentos, así como para la limpieza de urinarios contaminados, derrames y eventualmente de vestimenta protectora. No son adecuados para el tratamiento de flujos corporales contaminados. En la actualidad ni la incineración

ni la degradación química brindan una solución completamente satisfactoria al tratamiento de residuos, derrames y flujos biológicos contaminados con agentes antineoplásicos. Hasta que no existan investigaciones científicas que brinden solución completa a estos residuos, se recomienda a los hospitales tener extremo cuidado al momento de usar y manejar medicamentos citotóxicos.

- *Tratamiento especial en caso de emergencias*⁶⁶: los tambores de antineoplásicos deben llenarse al 50% de su capacidad y completar el volumen hasta un 90% con una mezcla de cemento/cal /agua en proporciones 15:15:5 en peso. Estos tambores se deben sellar con costura soldada y guardarlos por 7 a 28 días, lo cual formará un firme bloque sólido e inmóvil, en el cual los desechos se aíslan con relativa seguridad, después los tambores se enviarán a un relleno sanitario.

La responsabilidad de la exigencia en la aplicación correcta de los procedimientos de disposición implica la coordinación directa de la autoridad calificada con las autoridades estatales y municipales de cada sitio donde exista el problema de acumulación de medicamentos caducos⁶⁶.

Los procedimientos de seguridad en el manejo de las sustancias citotóxicas deben incluir:

- Recolección por separado en bolsas o envases a prueba de fugas , etiquetadas para su identificación
- Devolución de medicamentos vencidos al proveedor
- Almacenamiento en un lugar separado del almacenamiento de otros residuos hospitalarios
- Provisiones para la disposición del material contaminado, para la descontaminación del equipo reutilizable y para el tratamiento de derrames
- Provisiones para el tratamiento de residuos biocontaminados contaminados con productos citotóxicos, incluidos heces de pacientes y pañales desechables usados por pacientes incontinentes.

El personal del hospital debe prevenir a las familias de los pacientes que se encuentran bajo quimioterapia en sus casas, sobre los riesgos existentes por este tipo de tratamiento, e informarle sobre los métodos apropiados para evitar o reducir los riesgos relacionados.

Las medidas preventivas mínimas deben incluir el uso de vestimenta, guantes, lentes y máscaras protectoras por todos los trabajadores del hospital que manejen sustancias o residuos citotóxicos.

5º. Residuos radiactivos¹

Existen dos enfoques para la disposición de residuos radiactivos:

1. Concentrar y contener: se usa principalmente para los residuos sólidos, los cuales se compactan y retienen en un almacenaje permanente o enterrado. Este método no es necesario en la mayoría de los hospitales.

2. Diluir o dispersar: es usualmente aplicado a residuos líquidos y gaseosos. Los líquidos pueden ser diluidos a través del sistema de alcantarillado, los gaseosos en la dispersión en la atmósfera en un área normalmente no habitada.

Debido a la naturaleza de la mayoría de los residuos hospitalarios radiactivos, es decir, poco nivel de actividad y corta vida media, existen diversas opciones de disposición:

- a) *Incineración*: se utiliza para residuos radiactivos sólidos combustibles
- b) *Transferencia al servicio de disposición de basura*: si ya los residuos están inactivos
- c) *Transferencia a receptores autorizados*: si éstos están disponibles
- d) *Decaimiento por almacenamiento*: se utiliza para residuos radiactivos de alto nivel y de vida media relativamente corta y líquidos inmiscibles en el agua, tales como residuos del contador de centelleo y aceites contaminados. Deben colocarse estos residuos en cilindros marcados y almacenarse en un cuarto protegido con plomo hasta que pierdan la mayor parte de su actividad; posteriormente los residuos miscibles con el agua pueden descargarse al alcantarillado y los inmiscibles pueden disponerse a través de métodos recomendados para grandes cantidades de residuos químicos peligrosos.

Todos los residuos radiactivos que van a almacenarse para su decaimiento, deben mantenerse en envases apropiados para evitar que el contenido se disperse. Estos envases deben estar claramente etiquetados y con señalamientos sobre el periodo de almacenamiento requerido, deben almacenarse en un área específicamente designada, protegida con plomo con especificaciones para sustancias o residuos radiactivos. Todos los envases deben marcarse con el rótulo de residuos radiactivos y con el símbolo universal de radiactividad (Anexo No. 1 Fig. No.2).

- e) *Descarga al alcantarillado*: se utiliza para residuos líquidos de poca actividad que se generan durante la distribución y preparación de soluciones radiactivas o durante el lavado de equipos.

Si los residuos radiactivos descargados al alcantarillado, atmósfera u otros medios ambientales, exceden las cantidades reglamentadas, se debe informar de inmediato a las autoridades responsables de estas sustancias en el país. Los residuos que resulten de la limpieza de operaciones después de un derrame u otro accidente deben ser retenidos en envases apropiados, a menos que su actividad sea lo suficientemente baja para permitir la disposición inmediata.

6°. Envases presurizados¹

La mayor parte de los envases de aerosol no son reciclables. Se pueden disponer en rellenos junto con los residuos comunes. Muchos envases de gas presurizados y no dañados pueden reciclarse fácilmente y deben devolverse a su proveedor original para ser vueltos a llenar. En los contratos de pedidos se deben incluir las provisiones

adecuadas para facilitar la devolución al proveedor. Si esto no es posible, deben disponerse de manera segura. Estos envases nunca deben ser incinerados debido al alto riesgo de explosión que presentan.

8°. Residuos químicos peligrosos¹

Las baterías, termómetros y otros equipos de medición, pueden generar residuos con alto contenido de metales, incluidos metales pesados tóxicos como mercurio o cadmio. Las opciones de disposición contemplan:

- **Reciclaje:** en la industria artesanal especializada en recuperación de metales.: Ésta es una buena opción en países donde se dispone de este tipo de industria
- **Exportación:** a países con experiencia e instalaciones para disponer de manera segura los residuos químicos peligrosos, lo cual está de conformidad con lo estipulado en la Convención de Basilea
- **Encapsulado:** si ninguna de las dos opciones anteriores son factibles, estos residuos encapsulados pueden disponerse en un relleno de seguridad o sanitario

Este tipo de residuos nunca debe incinerarse, debido a las emisiones de metales tóxicos que genera. Tampoco pueden ser dispuestos en rellenos sin previamente ser encapsulados, por el riesgo de contaminación a suelos y aguas subterráneas o superficiales.

IV.4 Salud de los trabajadores expuestos

Se garantizará la protección de la salud de los trabajadores/as que manipulan o se encuentran expuestos directa o indirectamente tanto a los residuos biocontaminados, como a otros residuos peligrosos generados en el centro, mediante la prevención de los riesgos en todas las fases.

Los trabajadores/as que de algún modo intervienen en el manejo de los residuos sanitarios, incluyendo personal de limpieza, deben ser informados sobre las normas establecidas para la segregación y recogida de los distintos tipos de bolsas, el transporte y circulación por los circuitos preestablecidos, y su depósito en los almacenes intermedios y central. Asimismo conocerán las medidas establecidas para la limpieza, desinfección e higiene de los locales de almacenamiento de los residuos sanitarios y de los medios para su transporte. Se les informará de los riesgos que entraña el manejo irresponsable de los residuos biocontaminados, tanto para su propia salud, como para la de otras personas o para el medio ambiente. Todos los trabajadores/as que manejen residuos sanitarios de cualquier categoría deben estar inmunizados, al menos, frente a la Hepatitis B y el Tétanos. Para manipular las bolsas de basura se deberán usar guantes industriales con objeto de evitar pinchazos o heridas en las manos. Los accidentes sufridos al manipular los residuos se comunicarán a la Secretaria de Salud para los trámites administrativos procedentes y al Servicio de Medicina Preventiva o Epidemiología que llevará el

correspondiente registro y protocolo de actuación para prevenir sucesos similares en el futuro.

IV.5 Capacitación al personal

IV.5.1 Sensibilización y formación.

Deberán establecerse programas y mecanismos de sensibilización y formación de todos los trabajadores y trabajadoras que manipulen o estén expuestos a los residuos sólidos de diferentes clases en cada centro hospitalario, con respecto a la separación en origen, el envasado, la recolección y el transporte interno, el almacenamiento y el tratamiento.

IV.5.2 Acceso a información medioambiental.

Se deberá instrumentar el acceso público fácil y rápido a toda la información pertinente sobre el medio ambiente interno y externo de cada centro hospitalario. Cualquier ciudadano tiene derecho legal a conocer cualquier información que afecte a su salud y al medio ambiente.

En la tabla No. 16 se exponen los diferentes tipos de residuos generados en los diversos servicios de atención de salud, clasificados de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1999.

Tabla No. 16

CATEGORÍAS DE DESECHOS (RESIDUOS) PRODUCIDOS POR DIVERSOS TIPOS DE SERVICIOS DE ATENCIÓN DE SALUD

FUENTE	CATEGORÍA DE RESIDUOS							
	GENERAL	ANATOMO- IATOLÓGICOS	RADIOACTIVO S	QUÍMICOS	INFECIOSOS	OBJETOS PUNZOCOR- TANTES	PRODUCTOS ARMACÉUTI- COS	ENVASES PRESURIZA- DOS
Servicios a pacientes								
1. Medicina	x	X ^a	x	x	x	x	x	x
2. Cirugía	x	X ^{ab}	x	x	x	x	x	x
3. Quirófano	x	X ^{ab}	x	x	x	x	x	x
4. Recuperación y terapia intensiva	x	X ^a	x	x	x	x	x	x
5. Aislamiento de contagiosos	x	X ^a	x	x	x	x	x	x
6. Diálisis	x	X ^a	x	x	x	x	x	-
7. Oncología	x	X ^a	x	-x	x	x	x	-
8. Urgencias	x	X ^h	x	x	x	x	x	x
9. Consulta externa	x	X ^d	x	x	x	x	x	-
10. Autopsias	x	X ^{ab}	x	x	x	x	-	-
11. Radiología	x	X ^a	x	x	x	x	-	-
Laboratorios								
1. Bioquímica	x	X ^a	x	x	x	x	-	-
2. Microbiología	x	X ^a	x	x	x	x	-	-
3. Hematología	x	X ^a	x	x	x	x	-	-
4. Investigación	x	X ^{ab}	x	x	x	x	-	x
5. Patología	x	X ^{ab}	x	x	x	x	-	-
6. Medicina nuclear	x	X ^a	x	x	x	x	-	-
Servicios de apoyo								
1. Banco de sangre	x	X ^a		x	x	x	-	-
2. Farmacia	x			x		-	x	-
3. Central de equipo esteril	x			x		-	-	x
4. Lavandería				x		x	-	-
5. Cocina	x			-		-	-	-
6. Maquinarias	x			x		x	-	x
7. Administración	x			-		-	-	-
8. Áreas públicas	x			-		-	-	-
	x							
Establecimientos de la atención de la salud a largo plazo	x			x	x	x	x	x

^a sangre y humores corporales

^b tejido y hueso

Fuente. OMS, 1999



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



DEC
FACULTAD DE INGENIERÍA

División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.

CURSOS ABIERTOS

**MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS
HOSPITALARIOS**

CA 96

TEMA

V. PLAN DE CONTINGENCIAS

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

MÓDULO V. PLAN DE CONTINGENCIAS

Cada hospital de acuerdo al tipo de residuos peligrosos o biocontaminados que maneje, debe diseñar y establecer su propio plan de contingencias para enfrentar adecuadamente las situaciones de emergencia. Este plan deberá contener las medidas necesarias que se deben tomar durante eventualidades, las cuales deben ser efectivas y de fácil y rápida ejecución.

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

Entre los principales procedimientos o medidas que debe contener un plan de contingencias, deben incluirse:

- Procedimientos ante derrames de sólidos y líquidos potencialmente peligrosos
- Procedimientos ante ruptura de bolsas de plástico
- Procedimientos ante accidentes con fuego
- Medidas de aislamiento del área de emergencia y notificación a la autoridad responsable
- Identificación del producto o desecho peligroso o biocontaminado

V.1 Derrames de sólidos o líquidos potencialmente peligrosos

V.1.1 Los derrames de mercurio se pueden levantar con cobre metálico o zinc, ambos en forma de polvo o gránulos. Ningún derrame por pequeño que sea deberá ser confinado en una charola limpia y abierta, a menos que contenga agua u otro líquido inerte que lo cubra. Todo el material desechado deberá ser recolectado y guardado en un recipiente perfectamente cerrado y para su posterior destilación si el caso lo requiere^{59A}.

V.1.2 Los derrames de sustancias **biocontaminadas** como: sangre y sus derivados deben limpiarse con toallas de papel impregnadas de hipoclorito de sodio al 6% o formaldehído al 5%, colectando este material en las bolsas que se utilizan para este tipo de residuo. El tratamiento que se aplique a estas bolsas será el mismo que el de los residuos biocontaminados, al igual que la disposición final.

V.1.3 Para los derrames de sustancias o residuos **inflamables**⁶⁹ debe considerarse la cantidad del material, así como su solubilidad en líquidos o sólidos.

Si el derrame es pequeño y se encuentra en forma líquida, puede vaciarse en el alcantarillado; de ser grande se puede absorber el **líquido inflamable** con papel u otro material poroso, que posteriormente debe eliminarse por métodos térmicos. Si el derrame consta de **sólidos inflamables**, éstos deben colectarse en recipientes que contengan material poroso susceptible de combustionarse y posteriormente se eliminan por métodos térmicos.

V.1.4 Los derrames de **sustancias corrosivas**, deben limpiarse vertiendo arena al derrame y recogiendo ésta posteriormente con un recogedor de metal, procediendo a echar el desecho en la basura común. Si los derrames son **líquidos** con recipientes de vidrio que se han roto al caer, debe verse hipoclorito de sodio al 6% sobre los derrames y recipientes, cubrir éstos con toallas de papel y recogéndolos con un recogedor de metal, recolectarlos en un recipiente de paredes gruesas para ser desechados con la basura común.

V.1.5 Accidentes en el Área de Microbiología

- Si es provocado por derrame de una muestra, vaciar fenol al 5% sobre la misma, cubrir con papel poroso, empapar cuidadosamente con la misma solución desinfectante y dejar que actúe durante treinta minutos, disponer posteriormente el residuo en las bolsas adecuadas.
- En caso de ruptura o vuelco de frascos con muestras, suspensiones microbianas o cultivos, proceder como se indicó en el punto 1, recoger los restos con pinzas, colocar en bolsas resistentes a altas temperaturas y esterilizar con calor húmedo.
- Si durante la centrifugación se rompen tubos, desconectar la centrífuga, mantenerla cerrada durante diez minutos mínimo a partir de que se detuvo completamente, rociar la parte interior con fenol al 5% y dejar en contacto por treinta minutos. Tomar con pinzas los residuos que contenga. Finalmente colocarlos en bolsas resistentes a altas temperaturas y esterilizar con calor húmedo.
- En caso de accidentes por contaminación directa al personal, se debe lavar la zona con agua y jabón, antes de enviar al accidentado con un médico especialista, con el cual se deberá coordinar un posible seguimiento o tratamiento específico.

V.2 Ruptura de bolsas de plástico

V.2.1 En caso de accidentes por ruptura de bolsas de plástico conteniendo **residuos bioinfecciosos** como jeringas, torundas, etc., éstas deben colectarse ayudándose con recogedor de metal, depositándose el contenido en otra bolsa y desinfectándose el recogedor con hipoclorito de sodio al 6%.

V.2.2 Si en la ruptura se derraman **líquidos**, colectarlos con auxilio de material poroso y proceder de acuerdo al punto V.1.2.

V.3 Accidentes con fuego

V.3.1 Si el fuego fue provocado por **elementos combustibles ordinarios** como papel o ropa, se debe controlar utilizando extinguidores de agua presurizada o química seca.

V.3.2 Si el fuego se origina por **líquidos inflamables** tales como: alcoholes, cetonas, aceites, grasas, gasolinas, etc., se deben utilizar extinguidores de química seca o de dióxido de carbono.

V.3.3 Si el fuego se origina por un **problema eléctrico, con el equipo, motores o encendedores**, deben utilizarse extinguidores de dióxido de carbono, halón o química seca.

V.3.4 Si el fuego se inicia por **metales flameables** como magnesio, se debe cubrir toda el área salpicada con un artefacto de metal para sofocar dicho fuego.

Deberá establecerse en cada centro hospitalario un formato que recoja las contingencias o accidentes en el laboratorio, el cual deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Identificación del producto, si es un residuo especial (peligroso) o residuo biocontaminado (biológico-infeccioso según la NOM)
- Fecha y hora del suceso
- Tipo de accidente
- Procedimiento empleado
- Destino final de los residuos
- Responsable
- Medidas de aislamiento a implementar en el área de emergencia y forma de notificación a la autoridad responsable.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.

CURSOS ABIERTOS

**MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS
HOSPITALARIOS**

CA 96

TEMA

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

MÓDULO VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se describirán como parte de esta Metodología, los materiales y métodos que deberán tenerse en cuenta para realizar estudios de casos que permitan conocer como se están manejando los residuos sólidos en la mayoría de las instituciones hospitalarias del país, teniendo en cuenta las características propias de cada centro. No se consideran en este estudio los hospitales que realicen solamente cirugía ambulatoria. El resto de los nosocomios independientemente de su grado de especialización si presentan los tres grupos de residuos sólidos abordados en esta investigación (biocontaminados, especiales y generales) en mayor o menor magnitud.

En diversas ocasiones tanto nacional como internacionalmente existe un error en los datos que se reportan de generación de residuos por cama censable, indicador fundamental de medición y comparación entre las unidades hospitalarias, pues se divide la generación total de residuos del hospital (por grupo si así se tiene en cuenta) entre las camas censables de la unidad, y en estos valores de generación están incluidos los volúmenes generados por las camas no censables (urgencia, trabajo de parto, cuneros, cuidados intensivos y recuperación), que en algunos hospitales representan un porcentaje significativo con relación a las camas censables. Esta situación hace que las cifras reportadas de generación por cama censable sean mayores que las reales, debiéndose sacar en cualquier estudio que se realice la parte de la generación de residuos aportada por las camas no censables si realmente se quiere obtener valores representativos y reales del indicador.

VI.1 Actividades básicas

Se desarrollarán las actividades necesarias para caracterizar cualitativamente y cuantitativamente la eficiencia del sistema de manejo de los residuos sólidos, determinándose los criterios y parámetros de diseño para el manejo integral de los residuos sólidos hospitalarios.

Este tipo de estudio se debe sistematizar a través de tres actividades en forma simultánea o paralela, las cuales son:

1. Entrevistas directas (cuestionarios) y encuestas,
2. Inspección sanitaria, y
3. Caracterización de los residuos sólidos

VI.1.1 Entrevistas (cuestionarios) y Encuestas

A través de cuestionarios se levantará la información general del Centro Hospitalario, así como del manejo técnico operativo de los residuos sólidos.

La información general del hospital está referida al aspecto administrativo, médico asistencial y epidemiológico, con la finalidad de obtener datos que

permitan establecer correlaciones con los resultados de la caracterización física y determinar de esta manera valores unitarios de generación y otros indicadores; así como caracterizar la complejidad del establecimiento. La información del Centro Hospitalario se levanta a través de una entrevista directa con un cuestionario dirigido al Director del Hospital o al funcionario designado por el mismo.

Las encuestas serán dirigidas a los pacientes o personal acompañante con el fin de conocer su apreciación en el manejo de los residuos sólidos dentro del hospital, y comparar criterios con los vertidos por el personal responsabilizado con esta tarea.

Los resultados de las entrevistas y encuestas aportarán datos valiosos para evaluar el sistema desde la generación, embalaje, acondicionamiento, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final, hasta el aspecto administrativo, recursos humanos y normas técnicas aplicadas.

VI.1.2 Inspección Sanitaria

Son visitas técnicas que se realizan en los servicios del establecimiento hospitalario, con la finalidad de observar el estado sanitario de los ambientes por la limpieza y manejo de los residuos, para así poder identificar puntos críticos del sistema y el riesgo sanitario que pueda estar generándose.

La inspección se basa en el levantamiento de información y observación de los siguientes factores: limpieza de la sala y/o área de trabajo, acondicionamiento de los residuos, estado sanitario del punto de almacenamiento, tipos de residuos que se generan y características funcionales del servicio evaluado. Además cada uno de estos factores está en función de una serie de variables, que son pautas para realizar la evaluación de cada uno de los factores y de esta manera, minimizar la subjetividad del personal que está evaluando.

La información se levanta con base en una ficha de inspección sanitaria, donde se detallan cada uno de los factores, para luego realizar el procesamiento y análisis de la información.

VI.1.3. Caracterización de los Residuos Sólidos

Se realizarán las siguientes pruebas:

- Determinación de la generación de residuos: total, por servicio (fuente de generación) y categoría o tipo de residuos (grupo 1, 2 ó 3),
- Peso Volumétrico, y
- Composición Física.

Las pruebas se realizarán durante ocho días, de los que se tomarán los resultados de siete, iniciándose un miércoles y terminándose el miércoles de la siguiente semana. Los valores obtenidos el primer día posteriormente se desecharán, pero este muestreo servirá para afinar el de los días siguientes.

a) Procedimientos previos para realizar la caracterización⁴⁴

- Segregación

Proceso de separar los residuos sólidos generados en la fuente (cualquier servicio o unidad del hospital) de acuerdo a la clasificación previamente establecida (biocontaminado, especial y general).

Además, existen servicios que se caracterizan por generar un mayor volumen de un determinado residuo, lo que debe ser cuantificado, así como las otras categorías, de esta manera se procederá en todo el establecimiento.

- Acondicionamiento de los residuos en la fuente de generación (reenvasamiento de acuerdo a los tres grupos propuestos)

Luego de identificados y separados los residuos en la fuente de generación, éstos serán acondicionados en bolsas de polietileno que estarán colocados en receptáculos para cada clase de residuo.

Cada servicio tendrá como mínimo tres receptáculos, uno para cada categoría de residuo, con sus respectivas bolsas. El número y capacidad de estos receptáculos, dependerá de la estimación del volumen generado diariamente. Sin embargo, se usará una capacidad de 150, 100 y 50 litros, tanto para los receptáculos rígidos como para las bolsas de polietileno de espesor capaz de resistir la carga de residuos (0.1 - 0.3 mm).

También se considerará el color de estos receptáculos y bolsas, para la mejor operación del estudio; por ejemplo se usará el color rojo para residuos biocontaminados, amarillo para los residuos especiales y negro para los residuos comunes (estos tres colores de bolsas se utilizan comúnmente en los hospitales).

Estos receptáculos serán ubicados en la zona de almacenamiento de residuos del servicio, y si éste no existiese, será identificado un lugar que esté separado de la zona de trabajo y/o de los pacientes, para luego ser retirados. Todo este material se proporcionará por anticipación, como mínimo con 24 horas antes de iniciar el estudio en cada servicio.

- Recolección y traslado de los residuos

Esta actividad se realizará dentro del sistema operativo que el hospital dispone para manejar los residuos, tanto en horarios como en rutas de traslado, si éstos ofrecieran mínimos riesgos a la población del hospital. En caso contrario serán modificados previa evaluación.

Los residuos acondicionados serán bien identificados mediante la técnica de etiquetado. La etiqueta de identificación deberá tener la siguiente información: hora (entrega y recogida de la bolsa), día, año, mes, servicio, piso, unidad, código, operador y observaciones.

Al recoger las bolsas se deberá verificar que cuenten con la etiqueta de identificación legible, así como la existencia de bolsas nuevas de reemplazo en sus respectivos receptáculos.

El traslado de las bolsas se realizará en vehículos con capacidad para llevar permanentemente dos receptáculos de 150 litros cada uno, donde se colocarán las bolsas retiradas de la fuente de generación. El número de vehículos será de acuerdo a la frecuencia de recolección y el volumen generado de residuos al día.

b) Procedimiento para el pesado

Previamente se identificará donde se realizará esta prueba, de preferencia la zona se ubicará cerca al almacenamiento de los residuos de todo el hospital, debiendo ser amplia, con sombra, buena ventilación, piso de cemento o similar y alejada de los servicios.

Cada bolsa identificada pasa por el siguiente procedimiento de pesado:

- Se preparan dos (2) receptáculos de 50 y 150 litros. y una balanza con capacidad de carga desde 100 gramos hasta 10 kilogramos
- Se cuenta con otra balanza de pie con capacidad de carga de 100 kilogramos
- Se pesan los receptáculos y bolsas vacías
- Para determinar el peso de una bolsa con residuos, éstos se colocaran en el receptáculo sin hacer presión y se sacude para minimizar los vacíos, luego se pesa y por diferencia se obtiene el peso neto de los residuos. También se puede pesar directamente en la balanza y de la misma manera, por diferencia se obtiene el peso.
- Deben pesarse todos los residuos generados en el servicio
- En el caso de existir botellas de suero u otro material previamente separado para ser utilizado o reciclado, éste debe ser pesado e inventariado.

c) Procedimiento para determinar el peso volumétrico

Cada bolsa que previamente ha sido pesada, se le determinará su volumen de acuerdo a los siguientes pasos:

- Si la bolsa con residuos ha sido pesada directamente, ésta se colocará dentro del receptáculo, sin hacer presión y se sacude para minimizar los vacíos, luego se mide la altura que alcanza dentro del envase, para luego realizar los cálculos y obtener el volumen
- No se debe considerar el peso ni el volumen de los residuos separados en la fuente de generación para ser reutilizados o reciclados (botellas, cajas, etc.)
- Se obtiene el peso volumétrico de los residuos por categoría de residuo y origen, al dividir su peso en kilogramos entre el volumen calculado en metros cúbicos.

$$PV = p/v$$

donde :

PV = Peso volumétrico de la basura (kg/m^3)

p = Peso de los residuos (kg)

v = Volumen de los residuos (m^3)

El peso volumétrico (PV) total de los residuos se obtendrá al dividir el valor de la suma de los pesos parciales entre la suma de los volúmenes parciales. De la misma manera se procederá para cada clase de residuo.

d) Procedimiento para determinar la composición física⁴⁴

- Una vez pesado y calculado el volumen de las bolsas con residuos provenientes de un determinado servicio, se elegirá aleatoriamente una de ellas como muestra, para realizar la prueba al finalizar la faena de pesado. De la misma manera se procederá tomando una muestra de cada uno de los servicios del hospital.
- La segregación será realizada por dos personas, las cuales separarán manualmente con la ayuda de herramientas los distintos tipos de residuos que serán colocados en diferentes bandejas pre-seleccionadas según los componentes de los residuos
- Las bandejas deberán estar identificadas de acuerdo al componente de residuo, además se realizará para una determinada categoría (biocontaminado, especial o general).

Para cada servicio, dichos componentes dependiendo de la clase de residuo pueden ser:

1. Papel
2. Cartón
3. Residuos de repostería
4. Residuos de cocina
5. Bolsas de plástico
6. Moldes de yeso
7. Vidrios (botellas, etc.)
8. Caucho
9. Metales
10. Trapos
11. Gasas, algodones
12. Agujas y jeringas
13. Residuos anatómicos patológicos
14. Otros (cenizas, placas de Rx, aditivos, etc.)

- Terminada la segregación se pesa cada bandeja con los residuos, luego se resta el peso del recipiente que lo contiene, determinando así el peso de cada componente
- Luego se suman los pesos y se confronta con el peso de la bolsa muestral de la cual se extrajeron los residuos, de esta manera se podrán calcular los porcentajes de cada tipo de residuo para cualquier fuente de generación
- Se necesita efectuar todo el trabajo de campo con la mayor rapidez posible, ya que durante la operación los residuos van perdiendo humedad. En consecuencia, un menor tiempo aporta más precisión en los resultados.

e) Procedimiento para la obtención de muestras para que el laboratorio determine la composición química (sólo para estudios que lo consideren necesario).

- Se juntan los residuos clasificados de todas las estaciones del centro hospitalario.
- Se cortan los trozos de residuos de mayor tamaño hasta que queden 5 x 5 cm o menos.
- El material que puede ser reciclado deberá separarse y no triturarse.
- Se homogeniza la muestra mezclándola toda.
- Se divide la muestra en cuatro partes y se escogen dos opuestas para formar otra muestra respectiva más pequeña. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de un kilogramo de residuos o menos.
- Es conveniente separar algunos productos inertes tales como plásticos, gomas, caucho, vidrio, metales, cerámicas, piedras y cualquier otro que no absorba humedad.
- Con la muestra de un kilogramo se realizan los análisis.
- Esta muestra se coloca en un recipiente hermético y se lleva de inmediato al laboratorio.
- El resto de los residuos que quede de lo separado para los análisis se desecha de inmediato, de preferencia en bolsas cerradas.

Como este tipo de residuos es muy difícil de homogeneizar por las características de su contenido (piezas anatómicas, sangre, etc.), se puede preparar una muestra de cada componente y determinar su humedad, poder calórico, sólidos volátiles, cenizas y contenido de azufre por separado y luego hallar el valor del total de forma teórica a partir del porcentaje de existencia del componente dentro de una muestra. Para este caso no se consideran los productos inertes que se indicaron anteriormente.

VI.2 Trabajo de gabinete

Esta etapa consiste en el procesamiento y análisis de los resultados del estudio de campo, información cuantitativa y cualitativa que permitirá determinar parámetros para diseñar o rediseñar el sistema de manejo de los residuos, así como indicadores para determinar el estado sanitario del hospital por el sistema implementado.

Los parámetros de diseño se obtienen como resultado de correlacionar los datos de la caracterización con indicadores de las características funcionales y operativas del hospital, así se tendrán:

- Valores unitarios de generación de residuos expresados en peso y volumen
- Densidad de los residuos considerando la clasificación y generación diaria de éstos

El estado sanitario se determinará a través de análisis cualitativos y cuantitativos de la posibilidad de contaminación de los ambientes del hospital por el manejo de los residuos sólidos, esto significa determinar el riesgo sanitario que se presenta en el hospital por esta actividad.

Los insumos para desarrollar este análisis se basarán en la información levantada en la inspección sanitaria que se realiza en los servicios y unidades del establecimiento.

VI.3 Medidas de Seguridad

Las medidas de seguridad que deben seguir el personal involucrado en las tareas de caracterización y análisis de residuos sólidos son las siguientes:

- El personal debe conocer los riesgos a los que está expuesto por las tareas que tiene que realizar. De esta manera se podrán eliminar o minimizar accidentes
- Se les deberá vacunar contra tétano, fiebre tifoidea y hepatitis "B"
- Se les deberá realizar un chequeo médico general antes y después de ejecutar el levantamiento de información
- El personal debe encontrarse en perfecto estado de salud y no tener heridas pequeñas en las manos ni en los brazos
- No debe iniciar su trabajo sin contar con su equipo de protección personal, ya que los riesgos se presentan desde la recolección de la muestra
- El equipo de protección personal estará compuesto por guardapolvo o mameluco, guantes, respirador o protector respiratorio y botas
- Los guantes deberán ser reforzados en la palma y en los dedos para evitar cortes y punzadas. Se colocarán por encima de la manga del guardapolvo o mameluco

- El pantalón deberá colocarse dentro de la bota
- No se deben manipular demasiado los lentes, ni el respirador durante el muestreo y análisis
- No se debe comer, fumar, ni masticar algún producto durante el trabajo
- Se deberá contar con un botiquín con alcohol u otro desinfectante, jabón germicida, algodón, curitas y vendas
- Si alguna persona presenta náuseas, debe retirarse del lugar
- En el caso de producirse un corte, rasguño o cualquier accidente durante el trabajo, se deberá lavar la herida con agua y jabón, luego desinfectarla y cubrirla, y si fuera necesario conducir al accidentado a emergencia del hospital
- Cuando se realice la determinación de la composición física, se debe sacar cada componente de la bolsa con cuidado
- En el caso de presentarse componentes de riesgo (residuos con sangre, material patológico, etc.), éstos deben ser cogidos con pinzas
- Si algún componente del equipo de protección personal se rompe, debe ser desechado inmediatamente y reemplazado
- Terminada la faena completa del día se debe lavar y desinfectar el equipo de protección personal, especialmente los guantes
- El personal debe asearse terminada la jornada, antes de incorporarse a otra actividad.

VI.4 Recursos

Los recursos que se detallan en este ítem son los necesarios para el desarrollo del estudio en un hospital. El criterio para determinar el número de algunos materiales que se precisan, será en función del número de camas operativas de cada establecimiento.

VI.4.1 Recursos Humanos

- a) Un responsable
- b) Tres técnicos
- c) Tres personas del personal de limpieza (mínimo)

VI.4.2 Recursos Materiales (Cuantificados para siete días en un hospital promedio de 200 camas. Según el número de camas habrá que realizar los ajustes pertinentes).

a) Balanzas

- Una balanza de capacidad de carga de 10 a 200 kg
- Una balanza de capacidad de carga de 1 a 50 kg
- Balanzas de 1 y 5 kilogramos

b) Material para el acondicionamiento

- Bolsas de plástico de 35 y 75 litros
- Recipientes de plástico rígido de 100 y 50 litros

c) Bandejas de Aluminio

- 16 unidades de 5 - 10 litros c/u

d) Carro recolector

- Dos unidades rodantes de cuatro ruedas de goma, con una capacidad de carga de 100 kg

e) Instrumentos de manipulación

- 2 pinzas para material grueso

f) Equipo de seguridad

- 7mamelucos o guardapolvo
- 7 pares de guantes
- 7 respiradores
- maletín de primeros auxilios
- jabón antiséptico

g. Impresión

- Formatos para entrevistas, encuestas y ficha de inspección sanitaria
- Material de difusión: cartillas, letreros
- Etiquetas

h. Material de escritorio

VI.5 Calendario de actividades

El desarrollo de la evaluación tendrá un horizonte de tiempo de treinta (30) días.

VI.5.1 Preparación de la lista de actividades-cronograma

Se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Realizar reuniones de coordinación con las autoridades del hospital y con el responsable del área de servicios generales con la finalidad de conocer la organización del sistema
2. Realizar la entrevista
3. Verificar el plano del hospital con las instalaciones actuales. Los cambios posteriores se indicarán en el plano
4. Identificar los puntos de generación y puntos de almacenamiento. Esta identificación se hará conociendo la relación de los servicios del hospital, e indicando también las características de los residuos que se encuentren en cada fuente de generación
5. Preparar y ejecutar los estudios de caracterización, generación o análisis de los residuos sólidos
6. Reconocer el procedimiento de almacenamiento primario, recolección y transporte de los residuos en el interior del hospital
7. Evaluar los procedimientos para situaciones de emergencia
8. Elaborar el reporte de evaluación técnica, para compararlo con la evaluación establecida inicialmente.

VI.6 Evaluación de los aspectos técnicos

La evaluación del manejo técnico en el centro hospitalario involucra evaluar las condiciones de las instalaciones hospitalarias; evaluar el funcionamiento del sistema de segregación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos; y la evaluación de los problemas a la salud y ambientales que ocasionan los residuos, dentro y fuera del hospital.

La elaboración de la evaluación involucra la ejecución de una serie de actividades que contemplan lo señalado en el párrafo anterior, las cuales se detallan a continuación.

VI.6.1 Datos del centro hospitalario

Será conveniente contar con juegos de planos de distribución, especificando áreas destinadas al manejo de residuos (almacenamiento, estudios y análisis, tratamiento). También deberán tenerse los datos referidos al personal involucrado en el manejo directo de los residuos (personal de recolección, de transporte, de tratamiento, de limpieza, etc.).

VI.6.2 Coordinación con autoridades y personal

Se dialogará con el personal antes del proceso de evaluación para asegurar su participación objetiva. Parte del diálogo será comunicar las actividades a llevar

a cabo, indicando el grado de participación del personal, así como la metodología a utilizarse.

VI.6.3 Aplicación de cuestionarios, encuestas y fichas de inspección sanitaria. Procesamiento de la información

Los cuestionarios tendrán como objetivo conocer las características de las instalaciones del centro hospitalario, las fuentes de generación interna de los residuos sólidos hospitalarios, así como su manejo y disposición.

Los cuestionarios en las áreas específicas pueden ser llenados por el responsable del estudio directamente o por cada persona responsable del área, previa explicación de su objetivo y de las preguntas. Al momento de recoger la información, se debe revisar si las respuestas vertidas están conformes con lo esperado, de no ser así, se harán las preguntas necesarias para aclarar las dudas u omisiones. El responsable de este estudio por áreas irá acompañado siempre por el responsable del área de limpieza respectivo.

Además de los datos del cuestionario se tomarán datos cualitativos como: tipo de recipientes de plástico utilizados en las salas, utilización de equipos de protección, lugares de almacenamiento intermedio, relación de todos los tipos de servicios con los que cuenta el hospital y su ubicación en un mapa del mismo y relación del personal responsable de limpieza, por áreas y por turnos.

Las encuestas a los pacientes y familiares nos permitirán avalar muchas de las respuestas obtenidas por el personal responsable del servicio en las diferentes etapas del mismo.

Los resultados de las fichas de inspección sanitaria nos permitirán obtener información cuantitativa para la matriz de evaluación de la limpieza y manejo de los residuos en los servicios o unidades del hospital.

VI.6.4 Desarrollo de la caracterización de los residuos sólidos

Se efectuará la caracterización de los residuos, así como datos de generación, tal como se ha señalado en temas anteriores:

VI.6.5 Preparación de la lista de recursos necesarios

Para realizar el diagnóstico de evaluación se requieren recursos humanos y materiales, así como apoyo logístico y de administración (por ejemplo, información para ubicarse dentro del hospital).

VI.6.6 Calendario de actividades

Se realizará en conjunto entre el personal que realizará el estudio y los responsables del Centro Hospitalario.

VI.7 Información básica necesaria para la elaboración del diagnóstico sobre el manejo integral de los residuos sólidos hospitalarios

VI.7.1 Perfil Socio Epidemiológico (Cuestionarios)

- a) Ubicación de la unidad hospitalaria
- b) Perfil demográfico (Población atendida por el Hospital)
- c) Principal Ocupación de la población
- d) Perfil Epidemiológico. Considerar casos y tasas de enfermedades y muertes que más incidieron sobre la población. Se incluirán las 10 primeras causas de morbilidad y mortalidad por grupos de edades en los últimos diez años.

VI.7.2 Manejo de los Residuos Sólidos Hospitalarios (RSH) en el ámbito extra nosocomial

- a) Aspecto Normativo (Ver Normas con que se cuenta para el manejo de los residuos, así como Reglamentos y Leyes)
- b) Recolección y transporte. Enfatizar en: seguridad personal para los trabajadores, tipos de camiones utilizados, horarios de recogida y lugar de almacenamiento final en el hospital
- c) Disposición final. Tipo de tratamiento y disposición final, distancia al hospital y personal encargado de este trabajo

VI.7.3 Perfil general del hospital

- a)

- Ubicación
- Area Ocupada
- Niveles de Edificio
- Especialidad del Hospital
- Servicios Especializados que brinda

b) Datos Estadísticos

- Trabajadores: (del área asistencial , administrativos y totales)
- Total de camas para hospitalización ocupadas y vacias
- Promedio de consultas externas al día
- Número de consultorios externos
- Total de hospitalizados a la fecha:
- Promedio de hospitalizados por día
- Promedio de hospitalizados al año
- Promedio de egresos al día:
- Promedio de partos al mes
- Promedio de cesáreas al mes
- Número total de cunas
- Promedio de intervenciones al mes
 - Cirugía Mayor
 - Cirugía Menor
- Otros datos de interés: principalmente camas no censables (urgencias, trabajo de parto, cuneros, cuidados intensivos, recuperación) y cirugías ambulatorias.

VI.7.4 Manejo de los Residuos Sólidos Hospitalarios en el ámbito intranosocomial

a) Aspecto Administrativo Organizacional

- Responsable del manejo de estos desechos dentro del hospital
- Número total disponible de trabajadores, número de turnos con horarios y personal
- Capacitación del personal

- Seguimiento médico que se les realiza
- Costo del sistema de manejo de los RSH implementado en el hospital

b) Limpieza y Manejo de los Residuos en la Fuente de Generación

Se efectuará inspección sanitaria en cada uno de los servicios o unidades, levantándose la información en la ficha expuesta a continuación en la tabla No. 17.

**Tabla No. 17
FICHA DE INSPECCIÓN SANITARIA**

SERVICIO O UNIDAD						
RESPONSABLE						
LIMPIEZA DEL AMBIENTE (LA)						
1. Limpieza de los sanitarios	B	R	M			
2. Existencia de tapas en los envases de los residuos en los sanitarios	SI			NO		
3. Estado de las mismas	B	R	M			
4. Existencia de material o equipos desechables acumulados en los baños	SI			NO		
5. Presencia de vectores. Cuáles	Moscas		Ratas	Ratones		
	Cucarachas		Mosquitos	Otros		
6. Limpieza del piso	B	R	M			
7. Limpieza de las paredes	B	R	M			
8. Limpieza del techo	B	R	M			
9. Limpieza de las camas, muebles y accesorios	B	R	M			
10. Estado del piso	B	R	M			
11. Estado de las paredes	B	R	M			
12. Estado del techo	B	R	M			
13. Distancia a almacenamientos temporales	<5m	5-10 m	>10m			
14. Existencia de climatización (Acondicionamiento del aire)	SI			NO		
15. Existencia de agua corriente las 24 horas	SI			NO		

Continuación tabla No. 17

SEGREGACIÓN (SE)				
1. Utilización de diferentes recipientes para diferentes desechos (punzo-cortantes, comidas, materiales de curación, envases, etc.)	SI		NO	
2. Cantidad de recipientes	Uno por paciente	Uno por más de un paciente	Uno por sala	
3. Ubicación de los recipientes	Al lado de los pacientes	En cualquier parte	En un lugar específico	
4. Periodicidad de recogida	Continua	Por turnos	Otra	
5. Personal que recoge los residuos	Enfermeros	personal de limpieza	Otros	
ACONDICIONAMIENTO (AC)				
1. Se encuentran rotulados todos los recipientes fijos	SI	NO	ALGUNOS	
2. Existencia de tapas adecuadas	SI	NO	ALGUNAS	
3. Periodicidad de limpieza	Varias veces/turno	Por turno	Una vez/día	
4. Periodicidad de la desinfección	Varias veces/turno	Por turno	Una vez/día	
5. Existencia de personal capacitado	SI	NO	ALGUNOS	
ESTADO SANITARIO DEL ALMACENAMIENTO TEMPORAL				
1. Existe un área específica para el mismo	SI		NO	
2. Acceso restringido al área (Carteles alegóricos)	SI		NO	
3. Existencia de agua potable	SI		NO	
4. Ventilación adecuada	SI		NO	
5. Pendientes adecuadas en el piso	SI		NO	
6. Separación por tipo de residuo	SI	NO	ALGUNOS	
7. Estado del piso	B	R	M	
8. Existencia de extinguidores	SI		NO	
9. Periodicidad de recogida	Una vez/turno	Turno de la mañana	Una vez/día	Varios
10. Los punzocortantes se encuentran en diferentes envases	Bolsas	Cartón	Rígidos con ranuras	Otro tipo

La información obtenida de esta ficha sanitaria utilizada para cada servicio o unidad del hospital se vaciará en la matriz de evaluación que aparece en la

tabla No. 18. En la columna Número uno (1) se identifica el servicio inspeccionado; en la columna número dos (2) se exponen los cuatro factores de evaluación con su correspondiente ponderación; en la columna número tres (3) se consolida la suma de los productos parciales de cada factor por su correspondiente ponderación; y en la columna número cuatro (4) se califica el grado de limpieza y manejo de los residuos generados en estos servicios, donde se identifican los siguientes tres niveles:

Adecuado (A) con un puntaje de 8 a 10

Moderadamente Adecuado (B) de 5 a 8

Inadecuado(C) de 0 a 5

Tabla No. 18

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA Y MANEJO DE LOS RESIDUOS EN LOS SERVICIOS O UNIDADES DEL HOSPITAL SELECCIONADO

(Adaptado de: Administración de RSH, MINSA*, Perú, 1999⁴³)

No.	SERVICIO O UNIDAD (fuente de generación)	PUNTAJE PARA CADA FACTOR				PL	CALIFICACIÓN		
		LA (0.35)	SE (0.25)	AC (0.25)	ESA (0.15)		A	B	C
1	Cirugía	5.5	0	6.3	2.5	3.9			X
2	C. Externa								
3	Maternidad								
4	Medicina								
5	Pediatría								
6	Obstetricia								
7	Salones de Operación								
8	Emergencia								
9	Servicios Auxiliares								
10	Lavandería								
11	Mantenimiento								
12	Nutrición								
13	Administración								
14	C. Esterilización								
15	Laboratorios								
A: ADECUADO B: MODERADAMENTE ADECUADO C: INADECUADO		(8-10) (5- <8) (0- <5)				Total			
LA: Limpieza de Ambiente SE: Segregación AC: Acondicionamiento ESA: Estado Sanitario del Almacenamiento PL: Puntaje de la limpieza						%			

*: Ministerio de Salud de Perú

Los valores asignados en la ponderación de las variables fueron obtenidos de la experiencia de la autora de esta Metodología

Ejemplo de Cálculo: $PL = \sum [LA(5.5) + SE(0) + AC(6.3) + ESA(2.5)] = 3.88$

Cada factor se encuentra en el rango de 0 a 10 puntos.

Recolección y Transporte Interno

- Formas en que se efectúa la recolección y el traslado (manual; mecánica)
- Frecuencias (Número de veces al día)
- Rutas hasta el almacenamiento central
- Horarios

c) Almacenamiento Central

- Ubicación
- Características de la infraestructura física
- Presencia de vectores en el área, u otros animales
- Distancia a locales del nosocomio
- Distancia al almacenamiento del agua
- Distancia a los ductos de aire acondicionado
- Distancia al área de preparación de alimentos

d) Tratamiento

- Tipos de tratamientos utilizados
- Frecuencia
- Ubicación
- Higiene del área

e) Recuperación de residuos sólidos

- Restos de alimentos
- Papel y cartón
- Envases de vidrio
- Metales
- Placas radiográficas, etc.
- Personal que realiza la actividad
- Formas de comercializar los mismos

VI.7.5 Caracterización física de los residuos generados en el Hospital

a) Generación de Residuos

- Kilogramos por día en promedio después de 7 días de muestreo según clasificación propuesta (tabla No. 19)
- Cálculo de la desviación estándar (tabla No.19)

- Estimación del rango de generación con un intervalo de confianza del 95% (tabla No.19)
- Definición del o los días de mayor generación y las causas, al igual que los días de menor generación
- Determinación del peso (kg/día) y el por ciento de residuos generados biocontaminados, comunes y especiales
- Determinación de los servicios o unidades con mayor generación en promedio
- Cálculo de la generación total medida en volumen (en promedio)

Tabla No. 19

GENERACIÓN DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS POR SERVICIO Y GENERAL

TIPO DE RESIDUO	SIETE DIAS DE MUESTREO (KG)							CALCULOS ESTADISTICOS			
	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	TOTAL (kg)	PROM. (kg/día)	DES. EST. (kg/día)	I.C.* (kg/día)
Biocontaminado											
General											
Especial											
Total											

*: Intervalo con 95% de confianza

b) Peso Volumétrico

- Determinación del peso volumétrico por tipo de residuo
- Obtención de datos sobre servicios con desechos más pesados

Tabla No. 20

PESO VOLUMÉTRICO PROMEDIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS POR SERVICIO Y GENERAL

TIPO DE RESIDUO	GENERACIÓN EN PESO (Kg)		GENERACIÓN EN VOLUMEN (l)		Peso Volumétrico (kg/l)
	TOTAL (7 DÍAS)	PROM. (kg/día)	TOTAL (7 días)	PROM. (l/día)	
Biocontaminado					
General					
Especial					
Total					

c) Generación Unitaria

- Correlacionar indicadores operativos de los servicios con la cantidad de residuos allí generados (tabla No. 21).

Tabla No. 21

GENERACIÓN UNITARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN INDICADORES OPERATIVOS DE LA FUENTE DE GENERACIÓN

FUENTE DE GENERACIÓN (SERVICIO O UNIDAD)	INDICADOR OPERATIVO DE LA FUENTE DE GENERACIÓN	GENERACIÓN UNITARIA DE RESIDUOS			
		BIOCONTA-MINADO	GENERAL	ESPECIAL	TOTAL
Consultorio externo	consultas/día	X g/consulta.día	Y g/consulta día	Z g/consulta día	(X + Y + Z) g/consulta día
Hospitalización Cirugía	hospitalizados	g/hosp.día	g/hosp.día	g/hosp.día	g/hosp día
Cirugía ambulatoria	Intervenciones/día	kg/interv día	kg/interv.día	kg/interv.día	kg/interv.día
Sala de operaciones	intervenciones/día (promedio)	kg/interv.día	kg/interv día	kg/interv.día	kg/interv.día
Maternidad	partos/día (promedio)	kg/parto día	kg/parto.día	kg/parto.día	kg/parto día
Hospitalización Ortopedia	hospitalizados	g/hosp.día	g/hosp día	g/hosp.día	g/hosp día
Hospital	camas	kg/cama día	kg/cama.día	kg/cama día	kg/cama.día
	hospitalizados	kg/hosp.día	kg/hosp día	kg/hosp.día	kg/hosp día
	Trabajadores totales (asistenciales y administrativos)	kg/trab Asist día kg/Trab Adm día	kg/trab Asist día kg/Trab Adm día	kg/trab. Asist día kg/Trab. Adm día	kg/trab Asist día kg/Trab. Adm día

d) Composición física de los Residuos Sólidos

Cada día de forma aleatoria se escogerá una bolsa por cada tipo de residuos y por servicio y se analizará su composición, pesándose posteriormente: (1) Papel (2) Cartón (3) Residuos de repostería (4) Residuos de cocina (5) Bolsas de plástico (6) Moldes de yeso (7) Vidrios (botellas, frascos, etc.) (8) Caucho (9) Metales (10) Trapos (11) Gasas, algodones (12) Agujas y jeringas (13) Residuos anatómico patológicos (14) Otros (cenizas, placas de Rx, gomas, aditivos, etc. La forma de tabular los resultados se puede observar en la tabla No. 22.

Tabla No. 22

COMPOSICIÓN FÍSICA DE MUESTRAS DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL HOSPITAL SELECCIONADO

No	DÍA DE MUESTREO	SERVICIO O UNIDAD	COMPONENTES FÍSICOS DE LAS MUESTRAS DE RESIDUOS															TOTAL (kg)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Miércoles	Consultorio externo																
		Hospitalización Cirugía																
		...																
2	Jueves	Consultorio externo																
		Hospitalización Cirugía																
		...																
3	Viernes																	
4	Sábado																	
5	Domingo																	
6	Lunes																	
7	Martes																	
8	Miércoles																	
TOTAL																		
PORCENTAJE																		

(1) Papel (2) Cartón (3) Residuos de repostería (4) Residuos de cocina (5) Bolsas de plástico (6) Moldes de yeso (7) Vidrios (botellas, frascos, etc) (8) Caucho (9) Metales (10) Trapos (11) Gasas, algodones (12) Agujas y jeringas (13) Residuos anatómicos patológicos (14) Otros (cenizas, placas de Rx, gomas, aditivos, etc)

En caso de ser necesario y útil la caracterización físico-química de los residuos para la toma de decisiones sobre el o los métodos de tratamiento a proporcionarle a los mismos, la información que se necesita obtener se refleja, con algunos ejemplos de servicios, en la tabla No. 23.

Tabla No. 23

CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS SEGÚN SERVICIO O UNIDAD

PARÁMETRO	FUENTE DE GENERACIÓN				
	Maternidad	Enfermería	Ortopedia	C. Quirúrgico	Emergencia
Humedad (%)					
Carbono (%)					
Hidrógeno (%)					
Azufre					
Sólido Volátil (%)					
Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)					
Poder Calorífico Superior (kcal/kg)					
Cloro (%)					

Fuente: MINSA, 1999.

En la tabla No. 24 se presenta un modelo de la encuesta que deberá realizarse a los familiares y/o pacientes que se encuentren en las diferentes salas o áreas del hospital, con vistas a conocer sus percepciones y evaluación sobre el servicio que reciben respecto al manejo de los residuos sólidos dentro del hospital.

Tabla No. 24

ENCUESTA A LOS PACIENTES O FAMILIARES SOBRE EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DENTRO DEL HOSPITAL

SALA:		TURNO:		
1. Cómo considera Ud. la limpieza de la sala		B	R	M
2. Existen orientaciones para la separación de la basura		Si	No	A veces
3. Conoce donde debe arrojar las diferentes basuras		Si	No	A veces
4. El área de sanitarios y duchas se encuentra limpia		Si	No	A veces
5. Los médicos y enfermeras se lavan las manos después de atender a cada paciente		Si	No	A veces
6. Existen vectores en la sala	Moscas	Mosquitos	Cucarachas	Roedores
7. Horario de recogida de los residuos		1 vez por turno	Varias veces por turno	Horario fijo
8. Personal que manipula los residuos		Personal de limpieza	Enfermeros	Varios
9. Medios de protección de los manipuladores		Si (guantes, botas, ropa)	No	A veces
10. Considera que la basura del hospital puede causarle algún tipo de enfermedad		Si	No	Quizás



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM

CURSOS ABIERTOS

MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

CA 96

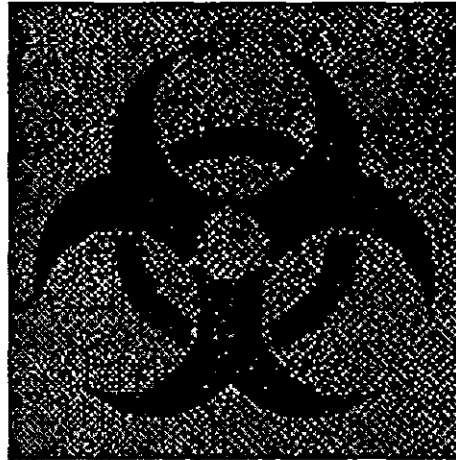
TEMA

ANEXO NO. 1

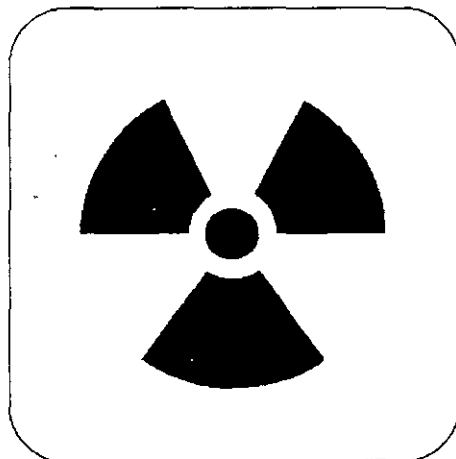
**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

**Anexo No.1
FIGURAS**

SÍMBOLOS

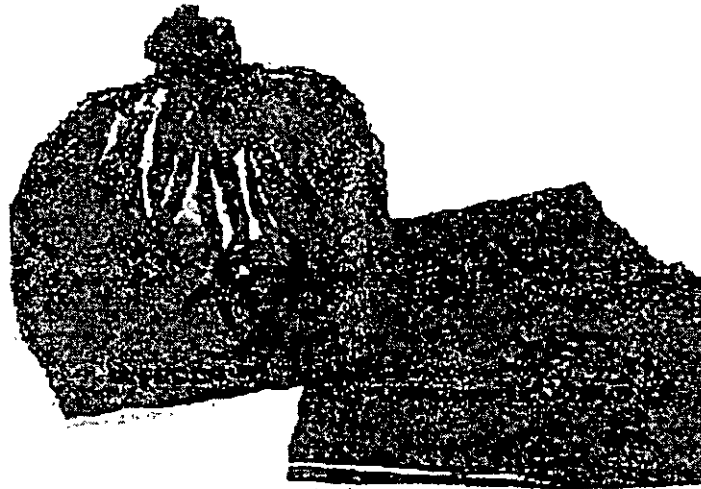


**Anexo No.1 Figura No.1
SÍMBOLO UNIVERSAL DE RIESGO BIOLÓGICO**



**Anexo No.1 Figura No. 2
SÍMBOLO UNIVERSAL DE RADIOACTIVIDAD**

BOLSAS Y RECIPIENTES



Anexo No.1 Figura No. 3
BOLSAS UTILIZADAS PARA LOS RESIDUOS PELIGROSOS
BIOLÓGICO-INFECCIOSOS



Anexo No.1 Figura No. 4
RECIPIENTES UTILIZADOS PARA LOS RESIDUOS PUNZOCORTANTES



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.

CURSOS ABIERTOS

**MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS
HOSPITALARIOS**

CA 96

**TEMA
ANEXO NO. 2**

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

Anexo No. 2

MÉTODOS EMPLEADOS PARA EL RELLENO SANITARIO

Los principales métodos usados para disponer los residuos sólidos en un relleno sanitario pueden clasificarse como: 1) Trinchera, 2) Área, y 3) Combinado. Las características principales de cada uno de estos métodos se describen de forma resumida a continuación⁶⁷:

Método de Trinchera

Este método es usado normalmente donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimiento de tierras.

Este método consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado de la trinchera (talud 3:1), donde son esparcidos y compactados con el equipo adecuado, en capas, hasta formar una celda que después será cubierta con el material excavado de la trinchera y/o con material de préstamo, con una frecuencia mínima de una vez al día, esparciéndose y compactándose el material sobre los residuos.

Método de Área

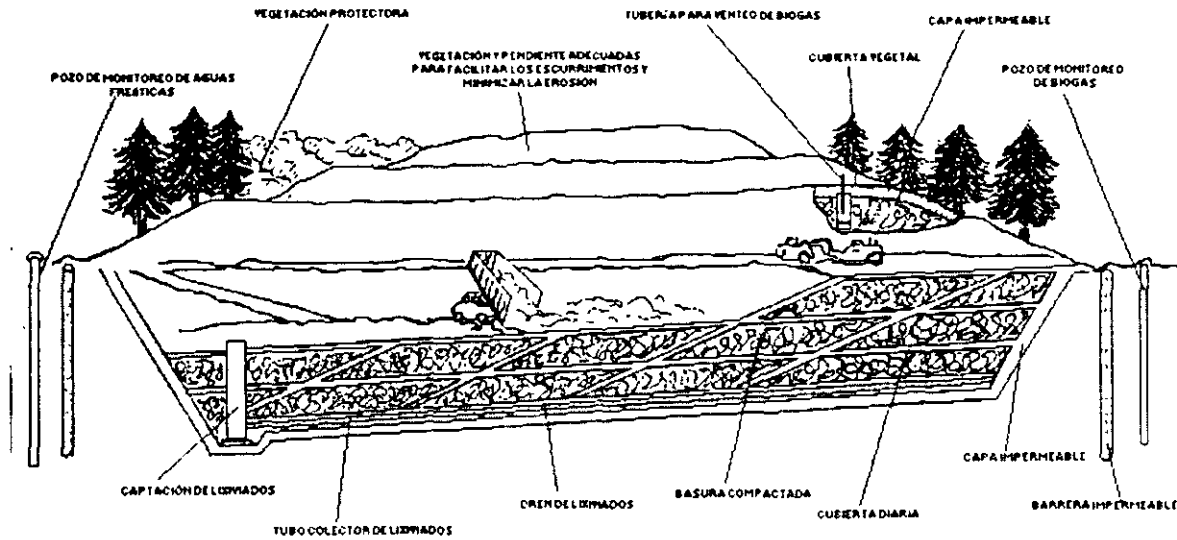
Este método se puede usar en cualquier tipo de terreno disponible como canteras abandonadas, inicio de cañadas, terrenos planos, depresiones y ciénagas contaminadas; un punto importante en este método para que el relleno sea económico, es que el material de cubierta debe transportarse de lugares cercanos a éste. El método es similar al de trinchera y consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas para formar la celda que después se cubre con tierra. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo.

Método Combinado.

En algunos casos cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a cabo el relleno sanitario son apropiadas, se pueden combinar los dos métodos anteriores, por ejemplo, se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continúa con el método de área en la parte superior.

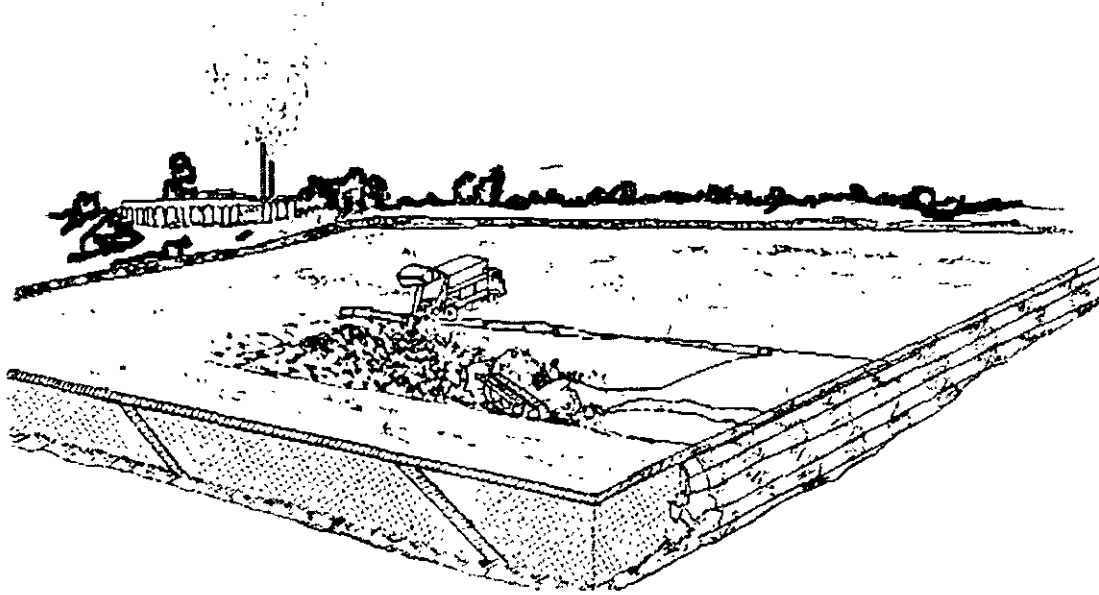
Otra variación del método combinado, consiste en iniciar con un método de área, excavando el material de cubierta de la base de la rampa, formándose una trinchera, la cual servirá también para ser rellenada. Los métodos combinados son considerados los más eficientes ya que permiten ahorrar el transporte del material de cubierta (siempre y cuando exista éste en el sitio) y aumentan la vida útil del sitio.

Anexo No. 2. Figura No. 1 DIAGRAMA DE UN RELLENO SANITARIO



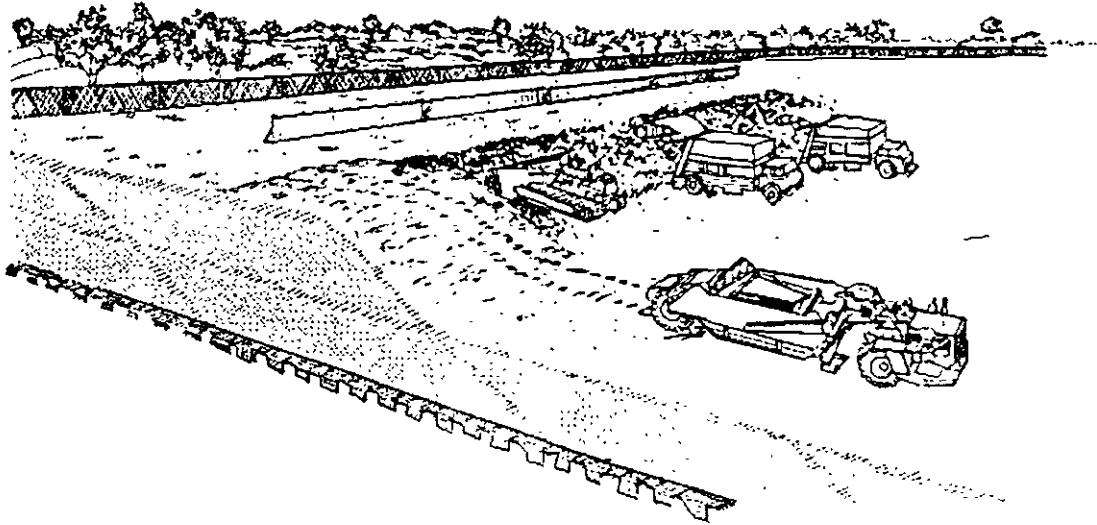
Fuente: Browning-Ferris Industries, Mobius Curriculum, Understanding the Waste Cycle, 1991.

Anexo No. 2. Figura No. 2 MÉTODO DE TRINCHERA



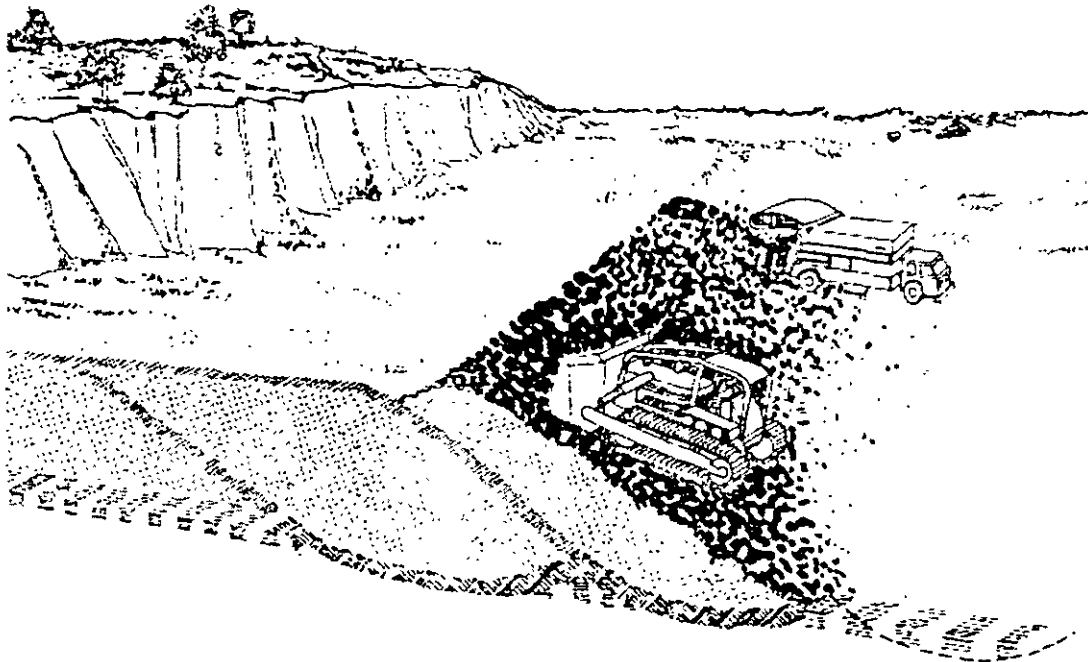
Fuente: Browning-Ferris Industries, Mobius Curriculum, Understanding the Waste Cycle, 1991

**Anexo No. 2. Figura No. 3
MÉTODO DE ÁREA**



Fuente: Browning-Ferris Industries, Mobius Curriculum, Understanding the Waste Cycle,1991

**Anexo No. 2. Figura No. 4
MÉTODO COMBINADO**



Fuente: Browning-Ferris Industries, Mobius Curriculum, Understanding the Waste Cycle,1991



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.

CURSOS ABIERTOS

**MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS
HOSPITALARIOS**

CA 96

**TEMA
ANEXO NO. 3**

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

Anexo No.3
CELDA DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS⁶⁷
COMPONENTE BÁSICO DEL RELLENO SANITARIO

La **celda** diaria constituye el elemento constructivo primario y común de cualquier relleno sanitario. Los residuos sólidos recibidos son esparcidos y compactados en capas dentro de un área perfectamente delimitada y hasta un volumen definido. Al término de cada día de operación, el área ya ocupada con residuos compactados, es cubierta completamente con una capa delgada de tierra, que posteriormente es compactada. De esta forma, los residuos compactados y cubiertos diariamente con este material, constituyen una celda. Una serie de celdas adyacentes en forma lateral o transversal y con una misma altura, forman una **franja**. Una serie de franjas adyacentes y con una misma altura, forman una **capa** y una o más capas, pueden formar el total del área de **relleno sanitario** o una **etapa** del mismo.

Cuando los residuos son confinados en una celda, las posibilidades de que se inicie fuego interno se reducen al mínimo, y en todo caso éste no puede propagarse fácilmente; la fauna nociva como roedores y moscas principalmente, no pueden tener acceso fácil a los residuos para conseguir alimento o madrigueras; también se reduce la cantidad de materiales expuestos a los elementos ambientales con lo que se minimiza la dispersión de residuos, microorganismos y polvos; al igual que se mitigan o eliminan olores y la producción de lixiviados, facilitando finalmente el control de los gases que emanan de las celdas del relleno.

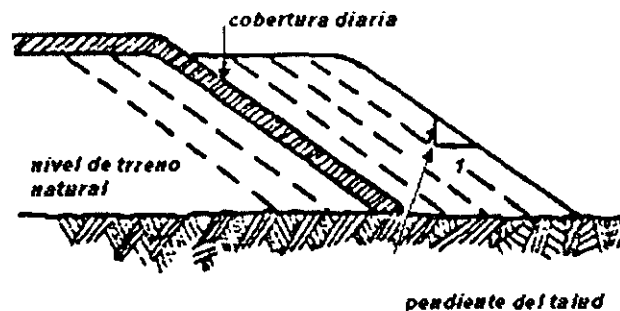
Construcción de celda

Una celda es construida mediante la compactación de residuos sobre una pendiente en capas sucesivas del mismo espesor. Los residuos son depositados al pie del frente de trabajo y empujados sobre el talud. Los pasos adecuados para la construcción de la celda se describen a continuación:

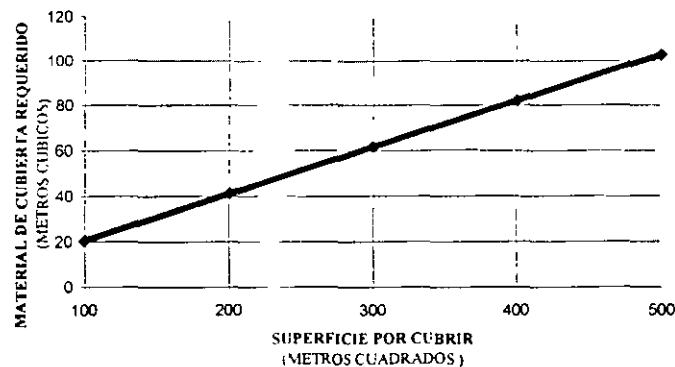
- Descargar los residuos sólidos sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo del día.
- Usar estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y dar la pendiente adecuada para facilitar el drenaje por gravedad. El nivel de la superficie superior de la celda debe ser entre 2 y 5 por ciento, mientras que la altura de celda comúnmente es de aproximadamente 2.4 a 3.5 m.
- Las dimensiones de la celda están especificadas en el proyecto y pueden consultarse también en el plan de relleno. Estas dimensiones deberán coincidir con el volumen de los residuos compactados en el sitio, al final del día de trabajo.
- Sin embargo, si por alguna razón no se conocen las dimensiones que deberá tener la celda o es necesario modificarlas de manera emergente, algunas

recomendaciones útiles son las siguientes; a) el ancho del frente de trabajo depende del número de vehículos que transportan residuos al área de operación y la cantidad de equipo disponible para el esparcido y compactación. Por razones de seguridad, el ancho del frente de trabajo no deberá ser reducido a menos de tres veces el ancho de la hoja topadora del equipo utilizado y no debe exceder los **45 m**, ya que con dimensiones mayores llega a ser muy difícil de manejar, a menos que haya una gran cantidad de equipo disponible y que su operación sea supervisada estrictamente; b) en cuanto a la altura adecuada para las celdas no existe regla alguna, sin embargo, algunos diseñadores prefieren **2.5 m** o menos, presumiblemente porque esta altura no causará problemas de asentamientos severos; c) la densidad recomendable para los residuos sólidos de una celda terminada es superior a **600 Kg/m³**.

- Esparcir los residuos sólidos en el frente de trabajo en capas de **0.30 a 0.60 m** de espesor
- Compactar los residuos sólidos con entre **3 y 5** pasadas sobre el talud.



- Una vez compactados los residuos del día, se descargan sobre los mismos el material para la **cubierta diaria**.

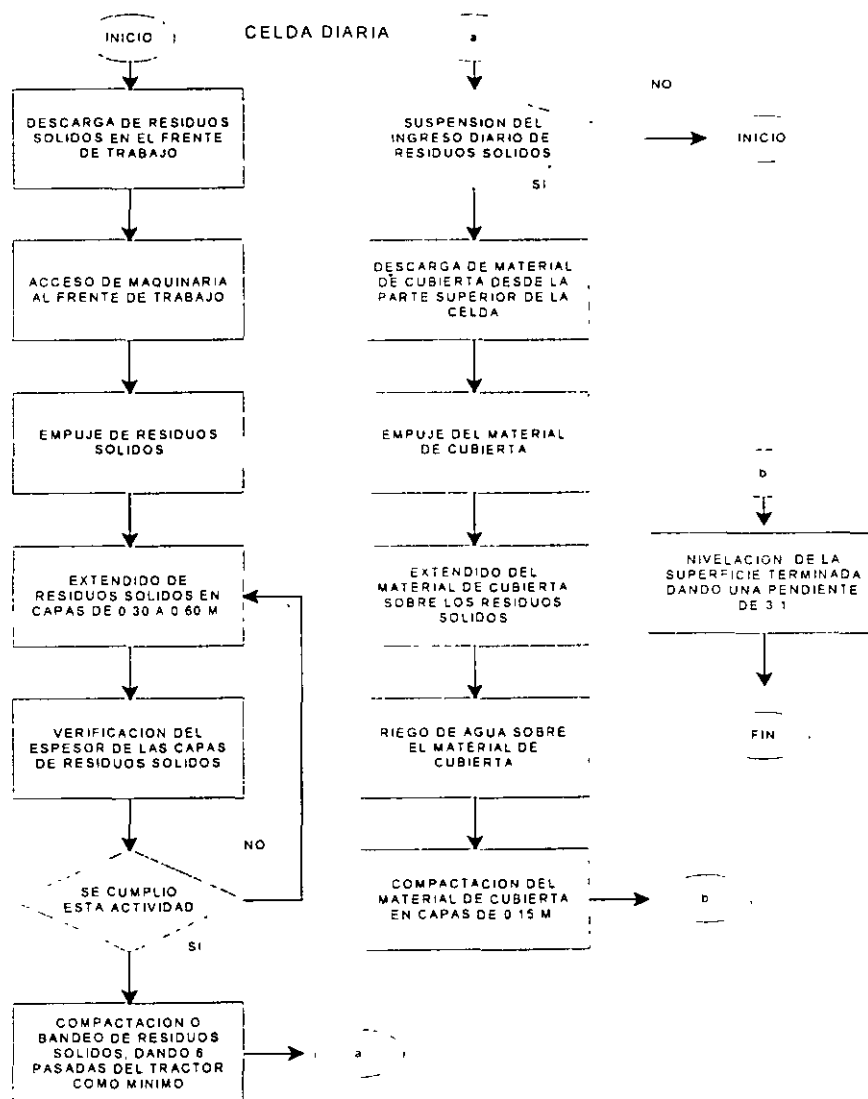


Fuente: SWANA, Training Sanitary Landfill Operating Personnel, 1993

- Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de **15 cm**. Dependiendo del tipo de suelo de donde provenga el material de

cubierta, puede requerir un espesor mayor. Por ejemplo, material suelto tal como la arena puede penetrar dentro de espacios abiertos en los residuos. Por esta razón si los residuos no son compactados adecuadamente se requerirá mayor cantidad de material de cobertura.

En la Figura a continuación expuesta, se ilustra y se presenta un flujograma de las actividades mínimas que se deben realizar para construir adecuadamente una celda de residuos sólidos, componente elemental del relleno sanitario.



Cobertura

Cubierta Intermedia

La superficie que envuelve la celda diaria terminada y que estará expuestas al ambiente por un período de más de una semana, hasta que se coloque una nueva

celda sobre ésta, sufrirá los efectos de las condiciones climatológicas y posiblemente el frecuente paso de vehículos. Normalmente estas superficies son cubiertas adicionalmente, con una capa de **0.30 m** de espesor de tierra compactada. A esta capa se le conoce como cubierta intermedia y tiene la función de proteger a la cubierta diaria y prevenir la intrusión de agua al relleno por un período más largo.

Para la colocación de la cubierta intermedia, se debe seguir el siguiente procedimiento :

- Una vez que se tiene una superficie rellenada, ya sea una franja o una capa, en la cual no se tenga previsto depositar residuos sólidos por un tiempo largo; se descargará sobre la cubierta diaria, el material para la conformación de la cubierta intermedia.
- Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 30 cm.

Cubierta final

Cuando el relleno ha alcanzado el nivel planeado, se deberá colocar una cubierta final de no menos de **60 cm** de espesor. Esta cubierta es necesaria para permitir el tráfico ligero y minimizar los efectos que ocasionan los asentamientos diferenciales, tal como el afloramiento de residuos por el efecto de fracturas y agrietamientos. Esta cubierta, también ayudará a evitar que la lluvia fluya hacia el interior de los residuos confinados:

- Una vez que se tiene una área de una capa, etapa o la totalidad del relleno, terminado; descargar sobre el área por cubrir el material para la cubierta final.
- Posteriormente, se extenderá el material y se compactará el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de **30 cm**.
- Finalmente esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 60 cm.

Hay algunas tendencias hacia el uso de geosintéticos como parte de la cubierta final. Para ello es necesario considerar factores de diseño muy especiales que aseguren el funcionamiento efectivo de dicha cubierta.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM

CURSOS ABIERTOS

MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

CA 96

TEMA
BIBLIOGRAFÍA

**EXPOSITORES: M. EN C. DORAIDA SOCORRO RODRÍGUEZ SORDÍA
DEL 23 AL 27 DE ABRIL DE 2007
PALACIO DE MINERÍA**

BIBLIOGRAFÍA

1. Junco Díaz, Raquel; Rodríguez Sordía, Doraida. Metodología para el Manejo de los Residuos Peligrosos procedentes de Hospitales en Cuba INHEM/MINSAP Cuba, 1998.
2. Flores Serrano, Rosa Maria. Diplomado en Sistemas de Manejo de Residuos Sólidos. Módulo IV: Residuos Sólidos Industriales y Peligrosos Palacio de Minería. México D.F., 2001.
3. Escuela de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Proyecto: Tratamiento de Residuos Hospitalarios. 2001. Eohqfb@hotmail.com
4. Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos – Clasificación y especificaciones de manejo. Publicada en el DOF el 17 de febrero de 2003
5. Benitez Rivera, J. L. Manejo de Residuos Peligrosos Biológico-infecciosos. Servicios de Tecnología Ambiental S.A de C.V. Congreso y Expo AMCRESPAC 2001. Querétaro, México, 2001
6. Rojas Rivera, Fernando. Implicaciones socioeconómicas del Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995 para el manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos. DIPREC S.A. Junio 2000.
7. Monreal, J. Consideraciones sobre el manejo de residuos de hospitales en América Latina. Programa de Salud Ambiental. Washington DC. OPS/OMS, 1992.
8. Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995, que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que prestan atención médica. Publicada en el DOF el 7 de noviembre de 1995.
9. Yepes, Carlos. Hospital de San Ignacio, Bogotá, Colombia, 2003. Disponible en: www.abcmedicus.com/articulo/pacientes/id/47pagina/1/residuos_hospitalarios.html
10. Sociedad Chilena de Control de Infecciones y Epidemiología Hospitalaria. Disposición de Desechos Hospitalarios Infectantes. Santiago de Chile, 2002. Disponible en <http://www.sochinf.cl/documentos/desechos.htm>.
11. Laplumé, Héctor y cols. Recomendaciones para el manejo de residuos hospitalarios. Sociedad Argentina de Infectología. Recomendaciones y Guías de Tratamiento. Argentina, 2001 Disponible en: <http://www.sadi.org.ar/residuos/htm>.
12. Volkow, Patricia. Programa para aprovechamiento y reducción de la basura y desechos hospitalarios. Departamento de Infectología. Comité de Control de Infecciones. INCAN México, 2001.
13. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Manual de Evaluación de Riesgos para la Salud por Exposición a Residuos Peligrosos. Ciudad de La Habana, Cuba, 1996.
14. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Cuba - Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Riesgos Biológicos Ambientales Serie Salud y Ambiente No. 1. Gráficas Ramírez. Ecuador, 1996.
15. Barquín Calderón, Manuel y cols.. La Salud en el Trabajo. JGH Editores. México, 2000 p 164.
16. Alternativas a la incineración de residuos hospitalarios Informe de Greenpeace, 2003. Disponible en: www.greenpeace.org
17. Teorema Mensaje de incertidumbre a inversionistas. Polémico cambio a la norma de biológico-infecciosos. México, Septiembre 99. pág 6-8.
18. Saldaña, Ivette. El Financiero. Secretaría de Salud / Dirección General de Comunicación Social. Proponen modificar la norma mexicana para manejo de desechos hospitalarios; injustificable sangría por 421 mdp. México, 17 de junio de 1999
19. Benitez Gil, José Luis El Universal, Ciudad. Generan Clínicas 57 mil toneladas de desechos. México D.F., domingo 20 de febrero de 2000.
20. Provencio, Enrique. Manejo de los Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos en el Distrito Federal. Diplomado en Gestión y Análisis de Políticas Ambientales. Instituto Nacional de Administración Pública, México D.F., 2000.
21. Licona Ocaña, Irene. Desechos Hospitalarios: ¿Adónde van? Salud. Milenio México, Junio 2003. pág.11.
22. La página del celador de hospitales. Clasificación de los Desechos Sólidos Hospitalarios. DSH. España, 2000. Disponible en: www.iespana.es/fernocas/residuos.htm.
23. CEPIS/OPS/OMS. Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud Actualizado en 1998. Disponible en: <http://www.cepis.org.pe/cswww/fulltext/repuid62/quiamane/quiamane.html>
24. SteriMed. Informe de Avances en la infraestructura de manejo de residuos sólidos hospitalarios. Comunicación personal. México, 2002.
25. Rosas Domínguez, Anabell. Evaluación de la incineración de residuos peligrosos SEMARNAT/INE/CENICA. México, 2003: Disponible en: <http://www.ine.gob.mx>.

26. SEMARNAT/DGMIC. Volúmen de residuos peligrosos generados D.G. de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México, 2003. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx>.
27. Ríos, Lorena. Falta cultura en manejo de residuos infecciosos Revista Vértigo. 26-7-2003. Disponible en: <http://www.revistavertigo.com>.
28. Roséndiz Mateo, José; Manrique Nava, Carolina, Martínez Ramírez, Mireya. Conocimientos que tiene el personal acerca del manejo y almacenamiento de RPBI, en un Hospital General Regional en el Estado de México Estado de Mexico. Delegación Estado de México Oriente. IMSS. 2002
29. Kalnowski et cols. The microbial contamination of medical waste. Zbl Bakt Mikr Hyg, 1983 178 364-379
30. Weber, D J; Rutala, WA Environmental Issues and Nosocomial Infection in Wenzel R Prevention and Control of Nosocomial Infection. Third edition William & Wilkins. USA, 1997 pag. 492-514.
31. Acurio, Guido, Rossin, Antonio; Teixeira, Paulo Fernando, Cepeda, Francisco. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe Serie Ambiental No 18 BID/OPS/OMS 1998.
32. Volkow, Patricia El Financiero. Costoso Apéndice de 421 mdp, por el manejo de desechos hospitalarios Dirección General de Comunicación Social, Secretaría de Salud. México, Junio 1999.
33. Volkow, Patricia La Norma Mexicana sobre desechos hospitalarios, sus bases científicas e implicaciones en la atención a la salud. Instituto de Cancerología. Documento Interno. México, 2000
34. Solórzano Ochoa, Gustavo. Curso "Residuos Sólidos Industriales y Peligrosos" AMCRESPAC/División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. México, 2001
35. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Publicada en el DOF 28-01-1988 y modificada y publicada en el DOF el 13-12-1996
36. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos Publicado en el DOF el 25 de noviembre de 1988
37. Santos Santos, Elvira. Definición y Clasificación de los residuos peligrosos Diplomado en Sistemas de Manejo de Residuos Sólidos. Facultad de Ingeniería UNAM/División de Educación Continua. México, 2001.
38. NOM-052-ECOL-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Publicada en el DOF el 22 de Octubre de 1993
39. Ley General de Salud publicada en el DOF el 7 de febrero de 1984 Última reforma aplicada 19/01/2004
40. Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos. Publicado en el DOF el 20 de febrero de 1985.
41. Informe sobre Reducción de Riesgo. Consejo de Asesoría Científica de la EPA, Washington, D.C., 2002
42. SEMARNAT/Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. 2003 Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/dgmic>.
43. Administración de Residuos Sólidos Hospitalarios MINSA, PFSS, Área de Residuos Sólidos Hospitalarios. Lima, Perú, 1999. 64 pp.
44. Instituto de Seguro Social y Administración de Riesgos Profesionales Prevención y control de factores de riesgo biológico Cali, Colombia, 1996.
45. Programa Nacional de Capacitación. The World Bank/ SEDESOL/BANOBRAS México, 1997.
46. Glosario. Segundo Curso Internacional por INTERNET en Manejo Local de Residuos Sólidos Domiciliarios e Impacto Ambiental. Facultad de Ingeniería U.N.A.M (DEC) /AMCRESPAC. Palacio de Minería México, D F , 2000
47. Suberkeropp, K.F & Klug, M J Microbial Ecology-I, 96-123 (Microorganismos) 1974
48. Tchobanoglous, George, Theisen, Hilary, Vigil, Samuel A Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II Mc Graw Hill España, 1994 pág. 778.
49. Gotaas, H. B Composting-Sanitary Disposal and Reclamation of Solid Wastes World Health Organization Ginebra, 1956.
50. EPA. Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge. USA, 1992. 152 pp.
51. Jiménez Cisneros, Blanca E. Producción de biosólidos y su reuso como mejoradores de suelos. Revista Federalismo y Desarrollo. México, 1999. pp. 75-86
52. Otaiza, Fernando Desechos hospitalarios infecciosos Secretaría de Salud Dirección General de Comunicación Social El Financiero. México, 1996.
53. Torres Nachón, Claudio; Boy Tamborrell, Mariana; Echaniz Pellicer, Georgina. DASSUR, Xalapa, Veracruz. México, 2000 Disponible en: <http://www.noharm.org/details.cfm?type=document&ID=395>.

54. Anabell Rosas Dominguez Evaluación de la incineración de residuos peligrosos. SEMARNAT/INE/CENICA. México, 2003.
55. Dioxinas y la incineración de residuos en México. Informe de Greenpeace, México, 2001.
56. INE/SEMARNAT. Dioxinas y Furanos. 2002. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/dgicora/sqre/intdyf.html>.
57. Morán Lagunas, Francisco; Rodríguez Gutiérrez, Sergio. Tratamiento Térmico de Residuos Peligrosos. Una Alternativa – Combustibles Alternos. Curso "Residuos Sólidos Industriales y Peligrosos". Palacio de Minería, México D.F., Junio 2001
58. Repetto, Giuseppe Codirector Europeo del Programa ALA 91-33, 2001 <http://www.ccss.sa.er/germed/gestamb/lectura3.htm>.
59. Comunicación de la Comisión sobre la revisión de la estrategia comunitaria para la gestión de residuos Proyecto de Resolución del Consejo sobre la política de gestión de residuos. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas, 30.07.96.
60. Monge Jodra, Vicente. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios "Hacia la unificación de la gestión de los residuos sanitarios". Madrid, 17 y 18 de marzo de 1997.
61. Monge, Gladys Manejo de Residuos en Centros de Atención de Salud CEPIS/OPS/OMS. Actualizado 08/04/2004
62. Cantanhede Alvaro. Gestión y Tratamiento de los Residuos Generados en los Centros de Atención de Salud. CEPIS/OPS/OMS. Sección de Saneamiento Básico y Ambiental Montevideo, 1999.
63. Programa de Fortalecimiento de Servicios de Salud/. Ministerio de Salud Tecnologías de Tratamiento de Residuos Sólidos de Establecimientos de Salud. Lima, Peru, 1998.
64. ONU. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación. Directrices Técnicas sobre el Manejo Ambientalmente Racional de los Desechos Biomédicos y Sanitarios. Ginebra, 2002.
65. Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial Publicada en el DOF el 20 de octubre de 2004
66. Fernández Villagómez, Georgina; Torres Rivera, Patricia. Guía de medicamentos caducos acumulados en situaciones de emergencia" ISBN: 970-628-611-X. Secretaría de Gobernación/ Coordinación General de Protección Civil/Centro Nacional de Prevención de Desastres. México, 2001.
67. Bárcenas Ramírez, Heriberto. Manual para la Operación de Rellenos Sanitarios. Congreso AMCRESPAC. Querétaro, 2002.
68. Padilla Hernández, Luis M Efectos del vapor de mercurio en personal ocupacionalmente expuesto. Tesis de Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental. IPN. ESIA-Zacatenco. México, D.F , 1999.
69. Manual de Procedimientos en el Manejo de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos para Microgeneradores Facultades de Ciencias Químicas y Medicina y Comisión de Ecología. Tijuana, B.C , 1997.