

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**LOS RIESGOS A LA SALUD POR EL MAL MANEJO DE LOS RESIDUOS
BIOLÓGICOS INFECCIOSOS**

POR

DELMAR ALEXANDER MARROQUIN GALVEZ

MONOGRAFIA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCES AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

MONOGRAFÍA DEL C. **DELMAR ALEXANDER MARROQUIN GALVEZ**, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

PRESIDENTE:



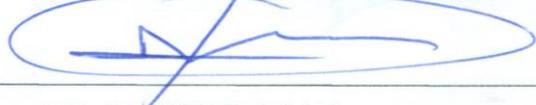
ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

VOCAL:



DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL:



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**LOS RIESGOS A LA SALUD POR EL MAL MANEJO DE LOS RESIDUOS
BIOLÓGICOS INFECCIOSOS**

POR:

DELMAR ALEXANDER MARROQUIN GALVEZ

MONOGRAFIA:

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

ASESOR PRINCIPAL:



ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

ASESOR:



DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2015.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a mis padres Anastasio y Eulogia que ellos siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, gracias por sus consejos y apoyo estoy donde estoy por sus valores y responsabilidades que siempre me enseñaron desde niño.

También a una persona que durante mi carrera ha estado pendiente de mí, que me enseñó a valorarme por mí mismo y más que ser un gran amigo como un gran hermano te quiero mucho Germán López.

A mi primo julio y sobrina Gabriela, por darme alegrías.

A mis padres biológicos Isaura y Viviano Sabino que ellos me dieron la vida agradecerle por los grandes sacrificios que hicieron por mí, sin ellos no estuviera aquí donde estoy ahorita.

Agradecer a la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO U.L por aceptarme en sus instalaciones y darme la oportunidad de terminar el logro que me permitió a mantenerme firme y derecho, durante todo el sufrimiento que viví en soledad y tristezas los motivos para poder adelante.

Y a mí tutor José Luis reyes carrillo darle gracias por su grandes conocimientos, consejos como maestro y amigo que siempre me dio su confianza y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios, por darme la vida y salud, por brindarme la oportunidad de cumplir mis sueños y sobre todo mi meta.

Y mi asesor ING. Joel Limones Avitia por brindarme su apoyo con su paciencia. Mis Asesores a norma Leticia Ortiz guerrero, Alfredo Ogaz, Héctor Madienaveitia Ríos gracias por su colaboración y por ser los participantes de este trabajo muchas gracias que dios los bendiga.

Agradezco a mis padres Anastasio Gálvez de León y Eulogia Ramírez González

A mis hermanos:

Gonzalo Gabriel Gálvez de León, Germán López Guzmán, Floridalma Gálvez Ramírez, Felipe de Jesús Guzmán Gálvez, julio Alberto Gálvez Ramírez, Cesar Daniel Ortiz Gálvez Y Marli Ortiz Gálvez

A mi sobrina:

Gabriela de Jesús Gálvez Ramírez

A mis amigos:

Julia Ángela Zuloaga, Rosaura Espinoza, Rita Lizbeth, Lourdes Quesada y Edi Alonso, Miguel Ángel, Alan Ulises Gramajo, franco Israel, Juan Carlos.

A mis profesores que impartieron sus grandes conocimientos les agradezco por darme la oportunidad de aprender nuevas cosas, durante todos estos años de mi objetivo.

A mi tutor:

José Luis reyes carrillo

Por sus grandes consejos y por su paciencia.

Tabla de contenido

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN.....	v
INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVO	3
2.1.- Objetivo general	3
III REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Antecedentes	4
3.2 ¿Qué son los residuos sólidos?.....	5
3.3 Características de los residuos solidos.....	6
3.3.1 Composición.....	6
3.4 Clasificación de los residuos sólidos urbanos	7
Domiciliarios	8
Comerciales.....	8
3.5 Administración de los residuos solidos	9
3.6 Reducción de los residuos solidos	10
3.6.1 Procesos de combustión	10
3.6.2 Tipos de incineradores	12
3.6.3 Instalaciones para combustible derivado de residuos	12
3.6.4 Incineradores modulares.	13
3.7 Protección de la salud pública y del ambiente.....	14
3.8 Reducción en la fuente.....	15
3.9 Generación de residuos solidos.....	17
3.9.1 Generación de residuos a nivel general.....	18
3.10 Separación y procesamiento de residuos solidos	18
3.10.1 Separación	18
3.10.2 Procesamiento de residuos sólidos	19
3.11 Clasificación de residuos de manejo especial	21
3.11.1 Residuos de manejo especial	21
3.11.2 Gestión integral de residuos especial.....	24
3.12 Clasificación de residuos peligrosos.....	25
3.13 Manejo de los residuos peligrosos	26
3.13.1 Alternativas para su manejo	27
3.14 Fuentes de generación los RP´s.....	28
3.15 Tipos de residuos Biológicos-Infeciosos.	30
3.16 Características biológicos infecciosos.....	30
3.17 Clasificación de los residuos biológicos infecciosos.....	31
3.17.1 Sangre.....	31
3.17.2 Los cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos.....	31
3.17.3 Los patológicos.....	32
3.17.4 Los residuos no anatómicos;	33

3.17.5	Objetos punzocortantes.....	34
3.18	Administración de los RP'S.....	35
3.18.1	Minimización de residuos.....	35
3.19	Tecnología de tratamiento de RP's.....	37
3.19.1	Alternativas tecnológías.....	38
A.	Reducción.....	39
	Modificación de procesos:.....	39
	Sustitución de productos:.....	40
	Recuperación y reciclaje:.....	40
	Segregación en la fuente:.....	40
	Tratamiento.....	41
	Destoxificación.....	¡Error! Marcador no definido.
	Tratamiento térmico:.....	41
	Tratamientos biológicos:.....	42
	Tratamientos químicos:.....	42
B.	Disposición final.....	43
	Cementerios industriales.....	43
	Lagunas superficiales.....	43
	Inyección de pozos profundos.....	44
3.20	Tecnologías de tratamiento biológicos infecciosos.....	44
3.20.1	Desinfección química.....	44
3.20.2	Tipos de residuos tratados por desinfección química.....	45
3.20.3	Recomendaciones para el uso eficiente de la desinfección química.....	46
3.21	Hospitales en la ciudad de Torreón, Coah.....	46
3.22	Manejo de los residuos biológicos infecciosos.....	47
3.22.1	Identificación y envasado.....	47
3.23	Riesgos potenciales generados por los residuos peligrosos hospitalarios.....	50
3.23.1	Enfermedades infectocontagiosas en el personal de salud.....	50
	HEPATITIS B:.....	50
	HEPATITIS C:.....	51
	VIH:.....	51
3.24	Control de los residuos biológicos-infecciosos.....	52
3.25	E.P.P.....	52
	Campanas de seguridad biológicas.....	53
	Gabinetes de seguridad biológica.....	53
4	RECOMENDACIONES.....	56
5	CONCLUSIONES.....	57
6	Bibliografía.....	58

RESUMEN

El propósito de este trabajo es ofrecer al personal que desarrolla trabajos en un hospital, una información útil y práctica para el desarrollo de su actividad diaria. El riesgo de infecciones producidas por efectos en la realización de procedimientos invasivos o por la práctica incorrecta de procedimientos de limpieza, desinfección y/o esterilización, entre otros, no se circunscribe solo al medio hospitalario (López, F. F.J., 1998).

Antes de la década de los setenta, no había conciencia de que los residuos hospitalarios necesitaran un tratamiento diferente al de los residuos urbanos. Desde esta forma, se incorporaban al circuito de recolección municipal de basuras sin más. En los años setenta, comienza a invertirse en la adquisición de hornos incineradores específicos para los residuos hospitalarios, aunque no para uso masivo sino para determinados desechos, principalmente restos de animales y restos humanos, pero es a finales de los ochenta cuando la sociedad en general va teniendo una mayor sensibilidad por el medio ambiente y la salud laboral. Los hospitales empiezan a clasificar los residuos entre peligrosos y no peligrosos. Establecen códigos de colores para distinguir las bolsas de recolección. Los que disponían en hornos que quemaban los residuos considerados peligrosos, mientras que los demás residuos se encargaban al servicio municipal de recolección de basuras. Los que no disponían de hornos de incineración, lo entregaban en su totalidad al propio servicio, aun teniéndola mayor conciencia y formación sobre el tema (Ramírez, P. S.P., ISBN: 978-92533-75-6).

Los residuos que se generan en los centros de atención médica, tales como clínicas y hospitales, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios en pequeñas especies y centros antirrábicos es de cumplimiento obligatorio en dichos establecimientos, cuando estos generan más de 25 kg/mes o 1 kg/día de residuos peligrosos.

En lo principal, la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 define residuo peligroso biológico-infeccioso, como aquel que “contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica”. Clasifica los residuos de acuerdo al grado de toxicidad sobre el ambiente: la sangre y sus derivados; los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos; los patológicos, tejidos, órganos y muestras biológicas, los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios, y; los objetos corto-punzantes usados o sin usar (Concha, G.J., 2003).

Palabras claves: Bacterias, Infección, Riesgo, Salud, Tratamiento.

INTRODUCCION

Los residuos que se generan en un hospital son de distintas naturaleza; es curioso que los más significativos son los que se presentan en una mínima proporción en relación con el resto de residuos, y son los infecciosos. Los residuos infecciosos resultan altamente peligrosos tanto para las personas que los manejan directamente como para el resto de personal sanitario y no sanitario, aunque sea de forma indirecta(Silva G.M.C.,2006).

El interés público por la cuestión de los residuos producidos en los centros sanitarios es relativamente reciente. En realidad, es únicamente a partir de la década de los años 80 cuando este aspecto de la actividad sanitaria empieza a ser percibido como un problema potencial de salud pública, especialmente a raíz de la aparición y difusión de la problemática del SIDA. Sin embargo, este tipo de residuos ha planteado desde siempre a la comunidad una serie de riesgos que la propia Organización Mundial de la Salud (OMS) ha identificado en tres categorías: a) riesgos para la salud de los pacientes y del personal de los centros sanitarios; b) riesgos para la salud pública relacionados con el transporte y eliminación de determinados residuos infecciosos y peligrosos; y c) riesgos derivados de los efectos ecológicos y económicos de los distintos sistemas de eliminación (Arcos y Bances, 1994).

Los residuos biológicos-infecciosos constituyen una forma de los residuos peligrosos regulados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en sus reglamentos sobre residuos peligrosos y sobre el transporte terrestre de residuos peligrosos, así como en diversas normas oficiales mexicanas, particularmente la norma NOM-052-ECOL-1993, que establece las características para que un residuo se considere como peligroso y la NOM-087-ECOL-1995, que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos biológicos-infecciosos que se

generen en establecimiento que presenten atención médica (González y Montelongo., 2015).

Los residuos peligrosos en cualquier estado físico por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológicos infecciosas (CRETIB) representan un peligro para el equilibrio ecológico, por lo que es necesario definir cuáles son esos residuos identificándolos y ordenándolos por giro industrial y por proceso, los generadores por fuente no específica, así como los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Es importante señalar que la mezcla de un residuo peligroso con un residuo no peligroso es considerada como residuo peligroso (Solís y López, 2003).

II OBJETIVO

2.1.- Objetivo general

Obtener información útil que permita reducir los riesgos a la salud por mal manejo de residuos peligrosos biológicos infecciosos con el fin de proteger a la salud y la población, así como minimizar su impacto ecológico.

III REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1 Antecedentes

Residuos sólidos es el término genérico con que se describen las cosas que se desechan. Abarca objetos que los legos suele llamar basura, desechos y residuos. Incluye todo artículo desechado - materiales cuyo destino es la reutilización, el reciclaje o la recuperación - los lodos y los residuos peligrosos. La definición regulatoria excluye en forma específica los residuos radioactivos y los desechos locales de minería (Mackenzie 2004).

La disposición de residuos sólidos crea un problema sobre todo en zonas densamente pobladas. En general, mientras más concentrada esté la población el problema se vuelve mayor, aunque algunas áreas muy pobladas han producido soluciones creativas para minimizar los problemas (Mackenzie, 2004).

Un residuo peligroso es cualquier desecho o combinación de ellos que constituye un peligro sustancial, hoy o en el futuro, para la vida humana, vegetal o animal y que por ello se debe manejar o eliminar con precauciones especiales.

* Judy Piatt contrató a Russell Bliss para que rociara petróleo en torno a sus establos en Moscow Mills, Missouri, con el fin de controlar el polvo. Pocos días después, cientos de pájaros cayeron al suelo y murieron. En los años siguientes, 20 de sus gatos perdieron el pelo y murieron. Sesenta y dos de sus caballos murieron. El petróleo de Bliss era un residuo procedente de una antigua planta de hexaclorofeno que le pagó para que lo desechara. Ese mismo aceite desechado se aplicó para mitigar el polvo en las calles de Times Beach, Missouri. Contenía dioxina como contaminante. Era 1971, y virtualmente nadie sabía que este petróleo residual era peligroso.

* La Laguna (Michigan), alguna vez fue un sitio autorizado para el depósito de residuos tóxicos. El propietario era Berlin & Farro Liquid Incineration, Inc. Al fondo del misterioso líquido azul en la laguna había algunos barriles. Se creía que contenían ácido clorhídrico. El líquido azul en la laguna era un residuo que contenía cianuros. Los ciudadanos de la cercana Swartz Creek, Michigan, fueron evacuados mientras que el Departamento Estatal de Recursos Naturales supervisaba la limpieza.

Estos casos muestran la preocupación acerca de los residuos peligrosos. La práctica común de hoy, mañana puede ser la semilla del desastre. Las que se consideran buenas prácticas de disposición se convierten en pesadilla si los operadores no son responsables o no son negociantes lo suficiente sagaces para hacer dinero de acuerdo con las reglas, y en consecuencia caen en la tentación de saltárselas (Mackenzie 2004).

3.2 ¿Qué son los residuos sólidos?

En su sentido más amplio, el término de residuos sólidos incluye todos los materiales sólidos desechados de actividades municipales o agrícolas, son aquellos residuos sólidos que son responsabilidad de un municipio y que usualmente son recolectados por él. Las áreas residenciales y comerciales, junto con ciertas operaciones industriales, son las fuentes de estos residuos municipales “no peligrosos” (J. Glynn Henry y Gary, 1999).

En términos generales, los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos. Los desechos incluyen diversos materiales, que pueden ser combustibles (papel, plástico, textiles, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, mampostería, etc.). La mayor parte de estos residuos se desechan con regularidad desde localidades específicas. Existen residuos, en ocasiones llamados especiales, como el cascajo de las construcciones, las hojas de los árboles y la basura callejera,

los automóviles abandonados y también los aparatos viejos, que se recolectan a intervalos esporádicos en diferentes lugares.

En los componentes de los residuos municipales que hemos descrito no se incluyen muchos otros sólidos que no constituyen normalmente una responsabilidad municipal. Cosas tales como cenizas de plantas generadoras de electricidad alimentadas con carbón, lodos de plantas para el tratamiento de aguas municipales, residuos de predios de crianza de animales, desechos de minas y otros residuos sólidos industriales pertenecen a esta categoría y requieren arreglos por separados para su eliminación (J. Glynn Henry y Gary, 1999).

3.3 Características de los residuos sólidos

3.3.1 Composición.

Además de las variaciones en cuanto a cantidad, puede haber también grandes diferencias de composición.

En la tabla 1 se muestra la composición de los residuos sólidos municipales en Estados Unidos y en cuatro países más. Los porcentajes señalados corresponden a los residuos “tal como se recolectan”, no al peso seco de los desechos. El contenido de humedad de los residuos sólidos municipal varía de 15 a 40%, de acuerdo con la composición de los residuos y el clima (temperatura, humedad, precipitación) (J. Glynn Henry y Gary, 1999).

Tabla No. 1 Composición de los residuos sólidos (porcentaje en peso) en algunos países en desarrollo.

	Estados unidos(1991)	Francia (1987)	Helsinki, Finlandia(1990)	Brisbane, Australia(1990)	Egipto (1986)
Papel	38	28	39	30	13
Plástico	8	5	10	11	2
Alimentos	7	25	25 ^a	18	60
Residuos	18	-	-	24	-

de jardín (recortes)					
Vidrio	7	8	3	7	2
Metales	8	6	4	6	3
Caucho, cuero, textiles, madera	11	6	4	-	2
diversos	3	22	12	4	18

3.4 Clasificación de los residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos pueden dirigirse a diferentes procesos, con el objetivo principalmente al reciclaje de materiales secundarios, la recuperación de la energía, los combustibles de producción derivado de residuos y, sólo por una fracción residual, para el depósito en vertederos. La sostenibilidad y la eficiencia de la cadena de reciclaje son ambos afectados por la composición de los residuos y por la separación sucesiva y tratamientos que permiten a cada material a ser reprocesados. La eficiencia de los generadores de residuos para reconocer y separar los diferentes flujos de residuos afecta a la eficiencia y el costo de todo el sistema de gestión de residuos. La eficiencia de la recolección de residuos puede considerarse unitaria, salvo anomalías no incluidos en este análisis. Residuos entregados y sistemas de recolección se pueden clasificar en función del grado de separación de residuos y en el punto de recolección, respecto a los puntos de generación (casas, tiendas, mercados, etc.) (Zaccariello, 2015).

Los residuos sólidos urbanos se pueden clasificar de diversas formas y criterios, en dependencia de la importancia que revisten la utilidad, la peligrosidad, fuente de producción, posibilidades de tratamiento, tipo de materiales, entre otros.

Por su composición química, los residuos orgánicos generalmente tienen un origen biológico, el agua constituye su principal componente y están formados por los residuos y los desechos de origen alimenticio, estiércol y/o animales pequeños muertos; también proceden de las actividades domiciliarias, comerciales u hospitalarias. Estos productos, todos putrescibles, originan, durante el proceso de fermentación, malos olores y representan una fuente importante de atracción para los vectores.

Aproximadamente el 70% de los RSU que se generan en las ciudades, son de naturaleza orgánica, pero estos también pueden clasificarse atendiendo a su origen, como se indica a continuación:

Domiciliarios

Son originados por la actividad doméstica, como residuos de cocina, restos de alimentos, embalajes y otros. Se incluyen dentro de este grupo los procedentes de residencias colectivas como albergues, hoteles, etc. Por ejemplo: cáscaras, hojas, tallos, restos de comidas, huesos, carnes, pescados, vegetales cocidos y demás. Todo esto mezclado con restos de materiales usados como papel, trapos, maderas, cueros, etc., y con una pequeña proporción de objetos determinados, tales como: vidrios, frascos, trozos de loza, latas, pedazos de metal, juguetes rotos, etc.; constituyen los residuos domésticos. A este grupo se adicionan un conjunto de desechos voluminosos, también de origen doméstico, como grandes embalajes y muebles, que debido a sus dimensiones, no son adecuados para su recogida por los servicios municipales

Comerciales

Son generados por las actividades comerciales y del sector de servicios dentro del área urbana. En este grupo, por sus características especiales, no se incluyen los residuos de los hospitales (ONUUDI, 2007).

3.5 Administración de los residuos sólidos

Al abordar la administración de residuos sólidos se deben considerar los residuos desde el punto donde se generan hasta el punto de su disposición final. La administración de residuos sólidos es un proceso complejo de varios pasos.

El primer paso en la administración de residuos sólidos es su producción, cuando un material ya no tiene valor para su dueño se considera residuo. Como se dijo anteriormente, la generación de residuos varía en cada país, de acuerdo con el nivel socioeconómico y como resultado de muchas otras prácticas.

Una vez que el residuo se genera en un sitio, debe procesarse de algún modo. Este procesamiento puede incluir lavado, separación y almacenamiento para reciclar una parte del residuo. La ley pública y la educación influyen en este paso en forma importante. Por ejemplo en algunas comunidades es ilegal desechar pasto cortado y demás biomásas semejantes en la recolección normal de basura. Este material se debe desechar durante recolecciones separadas de basura. También influirá en este paso la educación del público acerca de la importancia del reciclado.

La recolección del residuo es el siguiente paso en el proceso de administración. Incluye recoger los residuos sólidos y vaciar los recipientes en vehículos adecuados para transportarlos. También se incluye en este paso la recolección de material reciclable. Como se describirá en la siguiente sección, la recolección y el transporte de residuos representan una fracción importante del costo total de la administración de residuos.

El residuo recolectado se puede transferir a una instalación central de almacenaje o a una instalación de procesamiento. Si hay procesamiento suele incluir reducciones de masa y de volumen, junto con la separación de los diversos componentes susceptibles de ser. El residuo separado en este punto se vuelve un artículo de valor. De hecho, ya no es un residuo. La parte orgánica del residuo se puede transformar en calor por medios químicos (normalmente incineración) o en gas combustible o en abono (mediante reacciones mediadas biológicamente).

Los pasos finales incluyen transporte y disposición. El método más común de disposición final es el relleno sanitario (Mackenzie 2004).

3.6 Reducción de los residuos sólidos

3.6.1 Procesos de combustión

Fundamentos de la combustión. La combustión es una reacción química en la cual los elementos del combustible, en este caso en los residuos sólidos, son carbono e hidrogeno. También están presentes, en menor grado, azufre y nitrógeno. Mediante la oxidación completa el carbón se oxida a dióxido de carbono, el hidrogeno a agua y el azufre a dióxido de azufre. Cierta fracción del nitrógeno se oxida a óxido de nitrógeno.

Las reacciones de la combustión dependen del oxígeno, el tiempo, la temperatura y la turbulencia. Debe haber disponible un exceso suficiente de oxígeno para impulsar la reacción hasta completarla en un tiempo corto. Con más frecuencia el oxígeno se suministra impulsando aire hacia la cámara de combustión. Se proporciona más de 100% de exceso de aire para asegurar que haya suficiente. Debe darse el tiempo necesario para que las reacciones de combustión lleguen a su fin. El tiempo obligatorio es una función de la temperatura de combustión y de la turbulencia en la cámara de combustión. En preciso rebasar cierta temperatura mínima para iniciar la combustión (es decir, para encender los residuos). Además, las temperaturas más altas producen mayores cantidades de emisiones de oxígeno de nitrógeno, por lo que hay un balance entre destruir el residuo sólido y formar contaminantes del aire. Es esencial mezclar el aire de combustión con los gases de esta para que la reacción se complete.

A medida que el sólido entra en la cámara de combustión y aumenta su temperatura se expulsan materiales volátiles en forma de gases. Las mayores temperaturas hacen que los componentes orgánicos se desintegren y formen gases. Cuando se emiten los compuestos volátiles queda el carbono fijo. Cuando la temperatura llega a 700°C el carbón se enciende. La destrucción (quema) de todo el material combustible requiere llegar a 700°C en todo el lecho de residuos y ceniza.

En la zona de flama los gases calientes volatilizados se mezclan con oxígeno. Estas reacciones muy rápidas y se terminan en 1 o 2 segundos si hay bastante aire y turbulencia.

La evolución de la combustión de los residuos sólidos ha conducido a mayores temperaturas, tanto para destruir los compuestos tóxicos como para aumentar la oportunidad de usar los residuos como fuente de energía si se produce vapor.

Poder calorífico de los residuos. El poder calorífico residuo se mide en kilojulios por kilogramos ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$) y se determina en forma experimental con una bomba calorífica. Una muestra seca se coloca en cámara y se quema. El calor liberado a la temperatura constante de 25°C se calcula con un balance de calor. Como la cámara de combustión se mantiene a 25°C , el agua de combustión que se produjo en la reacción de oxidación queda en estado líquido. Esta condición produce el máximo desprendimiento de calor y se define como Poder Calorífico Superior (PCS).

En los procesos reales de combustión la temperatura del gas de combustión queda arriba de 100°C hasta que el gas pasa a la atmósfera. En consecuencia, el agua de los procesos de combustión queda siempre en el estado de vapor. El poder calorífico de esa combustión se llama Poder Calorífico Inferior (PCI). La siguiente ecuación expresa la relación entre PCS y PCI:

$$\text{PCI} = \text{PCS} - [(\Delta H_v) (9H)]$$

Donde ΔH_v = calor de vaporización del agua = $2.420 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

H = contenido de hidrógeno del material que se quema.

El factor 9 se debe a que un gramo mol de hidrógeno produce 9 gramos mol de agua (es decir, $18/2$). Nótese que esta agua solo es la que resulta de la reacción de combustión. Si el residuo está húmedo también se debe evaporar el agua libre. La energía necesaria para evaporar esa agua puede ser importante, y el resultado es un proceso de combustión muy ineficiente desde el punto de vista de la recuperación de

energía. También orgánica seca por kilogramo de combustible, y porque retiene algo de calor cuando sale del horno (Mackenzie 2004).

3.6.2 Tipos de incineradores

Incineración convencional (a granel). Son el medio más común de incinerar residuos sólidos municipales. Estos sistemas pueden aceptar residuos que hayan recibido poco tratamiento previo, pero no eliminan objetos de gran tamaño, como estufas de cocina y colchones. Son necesarios programas locales para eliminar sustancias potencialmente peligrosas, como plaguicidas, solventes y otros productos domésticos que dañan el ambiente. Como en general los residuos no reciben tratamiento previo, aunque puedan tener cierto poder calorífico, normalmente están bastante mojados y su combustión no es autógena (es decir, auto sostenida), sino hasta que se seca. En forma convencional, se suministra combustible auxiliar durante las primeras etapas de secado. La gran cantidad de partículas emitidas en el proceso de combustión requiere algún dispositivo de control de la contaminación. Por lo general se escogen precipitadores electrostáticos. La reducción del volumen a general en los incineradores es de un 90%, aproximadamente. Por tanto, todavía se debe transportar 10% del material a un relleno sanitario (Mackenzie 2004).

3.6.3 Instalaciones para combustible derivado de residuos

Es la parte combustible del residuo sólido que se ha separado de la parte no combustible mediante procesos como desintegración, cribado y clasificación neumática.

Al procesar los residuos sólidos municipales se puede producir combustible derivado que contiene de 12 a 16 MJ*Kg⁻¹ a partir de 55 a 85% del residuo recibido. A este sistema también se le llama sistema de combustión suplementario, ya que la fracción combustible se suele vender a usuarios externos (empresas eléctricas o industrias) como suplemento del carbón o de otros combustibles sólidos que usen en sus calderas.

En un sistema característico, el residuo sólido municipal se alimenta a un tambor rotatorio (tromel), o criba rotatoria, para eliminar vidrio y tierra, y la fracción restante se manda a un desmenuzador que la reducirá de tamaño. Los residuos desmenuzados pueden pasar entonces por un clasificador neumático que separe la fracción ligera (plásticos, papel, madera, textiles, desechos de alimentos y menores cantidades de metales ligeros) de la fracción pesada (metales, aluminio y pequeñas cantidades de vidrio y cerámicas).

La fracción ligera queda lista para usarla como combustible después de enviarla a través de un sistema magnético para eliminarle los metales ferrosos. La fracción pesada se manda a otro sistema magnético de eliminación de metales ferrosos. También se puede recuperar el aluminio. El vidrio, la cerámica y otros materiales que quedan de la fracción pesada se mandan entonces al relleno sanitario.

La primera planta industrial que prepara combustible derivado de residuos ha estado funcionando en Ames, Iowa, Estados Unidos, desde 1975. Después se han diseñado y construido otras plantas que aplican tecnología parecida (Mackenzie 2004).

3.6.4 Incineradores modulares.

Estos dispositivos suelen ser unidades prefabricadas con capacidades de 5 a 120 toneladas de residuos sólidos por día. La mayor parte produce vapor como único producto energético. La mayor parte usa un sistema que forman dos cámaras de combustión; los gases producidos en la primera pasan a la segunda, donde se queman por completo. Con frecuencia, la segunda cámara funciona como el único dispositivo de control de contaminación del aire. Otras unidades modulares emplean más equipos de control de la contaminación del aire, por lo que son capaces de controlar las emisiones con tanta eficacia como las instalaciones de combustión a granel. Aunque muchas unidades modulares planean mejorar los controles existentes, y así cumplir con normas más estrictas, otras cerraran a los gastos relacionados con la mejora de las unidades para cumplir con las estrictas normas de emisión al aire. Por esta razón está disminuyendo el interés en los incineradores modulares (Mackenzie 2004).

3.7 Protección de la salud pública y del ambiente

La combustión de residuos sólidos municipales emite partículas, gases (SO_x, HCL, HF), NO_x (principalmente NO y NO₂), monóxido de carbono, sustancias de carbono, sustancias orgánicas y metales pesados. Las emisiones de dióxido de carbono son irrelevantes; si todos los residuos sólidos municipales se incineraran, las emisiones CO₂ contribuirían con < 2% a las producidas cada año en estados Unidos.

Los metales pesados se distribuyen en la ceniza del fondo, la ceniza fugitiva y las partículas que pasan a los gases. El plomo y el cadmio se distribuirán entre las cenizas del fondo y las cenizas fugitivas; en estas se encuentran muchos de los demás metales. Hasta esta ceniza se podía tirar en un relleno sanitario de acuerdo con el Subtítulo C, ya que la Agencia de Protección Ambiental (EPA) juzgaba que la ceniza estaba exenta de los reglamentos para residuos peligrosos. Sin embargo, en 1998 la Suprema Corte estadounidense decidió que si la ceniza proveniente de los incineradores de residuos sólidos municipales no pasa las pruebas federales de toxicidad se debe considerar como residuo peligroso.

Los NO_x producidos en la reacción del aire la combustión a altas temperaturas con frecuencia están presentes en los gases de salida de los incineradores de residuos sólidos municipales. Se sabe que los NO_x tienen efectos adversos sobre las funciones respiratorias y que contribuyen a la lluvia acida. El HCL y el SO_x también se producen en el gas de salida. Las partículas tienen efectos adversos, de salud pública y ambiental. El mercurio presente en los residuos alimentados se volatilizara y pasara a los gases de salida. Los incineradores de residuos sólidos municipales son la mayor fuente de dioxinas, foranos y bifenilos poli clorados semejantes a las dioxinas. La EPA ha estimado que 1,100 g/Teq*año-1 de esas sustancias se emitieron en 1995. Las normas y lineamientos de emisión se han promulgado para la combustión en grandes instalaciones, nuevas y ya existentes (> 250 ton*día-1) de residuos municipales, y se han propuesto para instalaciones pequeñas 35 a 250 ton*día-1. La EPA estima que cuando se logre cumplimiento total de las reglas de combustión de residuos municipales las emisiones anuales de los incineradores de

estos residuos disminuirán en forma apreciable, hasta unos 24g Teq*año-1. El informe NRC 2000 parece indicar que las normas de tecnología de control de máxima factibilidad (TCMF) no controlaran en forma adecuada la liberación de dioxinas, mercurio y plomo. La dioxina y los compuestos parecidos son persistentes en el ambiente. Cuando entran en el ambiente acuático pasan por la cadena alimenticias y se acumulan en los peces, animales salvajes y, en último término, en las personas.

Otras sustancias orgánicas emitidas durante la incineración de los plásticos son los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Parece que los poli estirenos producen las mayores concentraciones de estos hidrocarburos; esto es preocupante porque muchos son cancerígenos potenciales. Debido a que los hidrocarburos aromáticos poli cíclicos son hidrofóbicos se biocumulan y ascienden por la red alimentaria (Mackenzie, 2004).

3.8 Reducción en la fuente

Si el nivel de vida de la población ha de ser sustentable, se deben encontrar formas de aprovechar mejor los materiales que se fabrican. Simplemente es descabellado continuar eliminando 2 kg de desechos por persona y por día. Por esta razón es necesario enfocar los esfuerzos ciudadanos en la “reducción en la fuente” o, en primer lugar, evitar la formación de residuos. Es necesario diseñar, fabricar. Comprar y usar materiales en forma que minimicen la cantidad y la toxicidad de los residuos que se generan. Al practicar la reducción en la fuente también se reducen los costos y los problemas asociados con el reciclaje, la elaboración de abono, el relleno sanitario o la incineración. También se conserva los procesos recursos naturales y se abate la contaminación. Se puede lograr la reducción en la fuente por numerosos medios (Mackenzie 2004).

Las iniciativas para prevenir la generación de residuos son una contribución muy importante a la estrategia de manejo integral de residuos sólidos, esto se debe a que reducen la cantidad de materiales desechados que requieren tratamiento. Más aún, el concepto de reducción ayuda a elevar la conciencia del público en el manejo de

los residuos sólidos, aunque dicha reducción debe ser evaluada cuidadosamente para asegurar que tenga bases científicas, ya que decisiones arbitrarias basadas en información sin fundamento pueden resultar en la disminución de una parte del flujo de residuos a costa de un mayor uso de recursos.

En los países en donde ya existe una conciencia ambiental los fabricantes tienen incentivos económicos y ambientales para darle al consumidor productos de la manera más eficiente posible. La reducción debe hacerse caso por caso tomando en cuenta el ciclo de vida del producto en cuestión. De esta manera, se previene que los problemas sólo cambien de lugar, ya que una mejora aparente en una parte del ciclo de vida puede simplemente llevar a otros problemas posteriores.

❖ Por ejemplo, la reducción en empaques de alimentos puede resultar en una mayor cantidad de comida desperdiciada ó en que se requiera una mayor cantidad de empaque para su transportación. El concepto “más a cambio de menos” ha sido adoptado por la industria dando lugar a productos concentrados, empaques más ligeros y rellenables, reducción de empaques de transportación y otras innovaciones. Como parte de los esquemas de minimización de residuos sólidos, se han introducido cambios en los procesos de producción, en donde muchas compañías han adoptado esquemas internos de reciclado o de recuperación de energía.

La industria también ayuda a reducir los residuos extendiendo la vida de sus productos, de manera tal que se posterga el punto en el que los productos se convierten en residuos. Esto se lleva a cabo, por ejemplo, haciendo productos fáciles de reparar o de mejorar.

Un manejo integral de residuos sólidos exitoso, requiere que los miembros de la sociedad que contribuyen a integrar el flujo de residuos asuman sus responsabilidades. Productores de materias primas, fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores y autoridades deben responsabilizarse por los residuos que generan. Una manera efectiva de promover la minimización de residuos experimentada en otros países, ha sido cobrar al generador de éstos conforme a la

cantidad producida; ésta es una aplicación del principio “el que contamina paga” y forma parte de una estrategia de responsabilidad compartida.

En los Estados Unidos hay evidencia de que los sistemas de tasa variable aplicados a los consumidores pueden resultar en: reducciones significativas de la cantidad de residuos generados, incrementos en las tasas de reciclado y disminuciones de los costos totales del sistema de manejo de residuos. Este sistema de tasa variable también promueve el rehusó cuando es conveniente y apropiado para los consumidores. Este tipo de esquemas deben ser simples para su aplicación, es decir, pagar por bolsa o contenedor y deben existir sistemas alternativos para el reciclado o compostaje, de manera que los consumidores puedan reducir sus pagos mediante acciones responsables (Cortina, N.C., 1999).

3.9 Generación de residuos sólidos

La generación se inicia cuando un consumidos decide que un producto se torna no deseable y/o sin utilidad para él. Este momento varía dependiendo del criterio de cada individuo, de las costumbres de la conductividad y de la disponibilidad de ciertos recursos. Asimismo, la generación se encuentra íntimamente relacionada con el grado de desarrollo de una localidad, la conciencia sobre el empleo de embalajes no necesarios, la densidad de población y el ingreso económico.

Tabla 2 Generación de residuos sólidos per cápita, de acuerdo al área donde se generan.

Clasificación	Kg/hab*d
Urbano	1.070
Metropolitano	1.070
Semiurbano	0.820
Rural	0.671

3.9.1 Generación de residuos a nivel general.

En 1985, de acuerdo con Sedue, el promedio nacional de generación de residuos sólidos era de 0.731 kg/hab*d, de los cuales 70% era de origen doméstico. 52% de los residuos sólidos provenía de poblaciones con menos de 5000 habitantes mientras que 24%, aproximadamente lo generaban poblaciones mayores. Para 1994 la generación se incrementara a 0.893 kg/hab*d y, paso de ser densa a voluminosa. De la generación nacional, 24% (19 379/d) provenía de localidades con más de 500 000 habitantes (Jiménez, 2005).

Dentro de los elementos funcionales del manejo de los residuos sólidos se encuentran la generación. Aquí es importante evaluar las fuentes de generación de basura, cuantificar y clasificar los residuos.

Existen factores que afectan la generación de residuos sólidos, a saber; la localización geográfica, la época del año, la frecuencia de recolección, la utilización de trituradores de comida en las residencias, características, socioeconómicas de la población, política de reciclaje o reutilización de residuos, y legislación de cada país o zona (Campos, 2000).

3.10 Separación y procesamiento de residuos solidos

3.10.1 Separación

Se puede efectuar tanto en origen en la vivienda (o industria), como en la estación de transferencia o en el destino final donde es posible la separación mecánica/clasificación. Muchas zonas urbanas del mundo practican formas limitadas de separación en origen, es decir, separación de diferentes fracciones (en casa) en unidades que las empresas transportistas puedan recoger. Si el RSU se separa en origen, se elimina la necesidad de una costosa y difícil clasificación manual y/o mecánica. Se determinó la composición de los residuos. Los RSU en conjunto se pueden dividir en:

- Residuos que preferiblemente se separan en origen (para recogida periódica por transportistas públicos o privados).
- Todas las demás basuras domésticas.
- Los residuos que deberían separarse en origen son:
- Residuos alimenticios: separación en vivienda en origen.
- Papel y cartón: separación en vivienda en origen.
- Plástico: separación en vivienda en origen.
- Metales ferrosos: separación en vivienda en origen.
- Metales no ferrosos: reciclado comunitario en centros de recogida.
- Vidrio: reciclado comunitario en centros de recogida, separación en vivienda en origen

Todos los demás residuos domésticos que pueden ser destinados a los centros de recogida son:

- Residuos voluminosos (muebles, cubiertas de vehículos, etc.)
- Residuos de jardín
- Residuos domésticos peligrosos (en algunos países recogidos en origen) (Kiely, G., 2003).

3.10.2 Procesamiento de residuos sólidos

El manejo adecuado de los residuos sólidos, incluyen el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia transporte procesamiento y disposición final. Todos ellos deben ser efectuados bajo criterios que tomen en cuenta cuestiones de salud pública, economía, tecnología, estética, así como la conservación y el uso eficiente de los recursos.

Los objetivos que se buscan mediante el manejo de los residuos son los siguientes:

- Controlar la disminución de enfermedades
- Evitar problemas de contaminación del suelo, agua y aire
- Optimar el uso de los recursos mediante el reciclado

- Mejorar la imagen de las ciudades
- Organizar y controlar la “pepena” de los residuos solidos

De los anteriores una parte importante la ocupa el control de las enfermedades, cuya propagación se efectúa por medio de vectores (transmisores de enfermedades) como son las moscas y cucarachas.

Tabla 3 En la siguiente tabla se presentan los vectores de enfermedades por exposición a residuos solidos

VECTOR	ENFERMEDADES
Mosca común	Fiebre tifoidea, salmonelosis, shigelosis, disentería, diarrea infantil
Cucaracha	Cólera, fiebre tifoidea, lepra, intoxicación alimentaria, disentería, infecciones intestinales, gastroenteritis
Mosquitos	Paludismo, dengue, tripanosomiasis, encefalitis viral, fiebre amarilla
Ratas	Peste burbonica, rabia, rickettsiosis vesiculosa, disentería, leptospirosis, enfermedades diarreicas, fiebre de harverhi

Los manejos de los residuos de los desechos sólidos se iniciaron en 1930, en Inglaterra. Las técnicas con que se contaba en esa época, y que aún subsisten para el manejo de residuos sólidos en países pobres, son:

1. Vertido sobre terreno. Son los comúnmente llamados basureros a cielo abierto. Su aplicación es muy popular debido a la facilidad para deshacerse de los residuos sólidos de una comunidad. Constituyen un foco de atracción para ratas, moscas y otros insectos por ello, la mayoría de las veces, se acostumbran quemar los residuos sólidos en forma periódica.

2. Vertido al agua. Esta práctica es poco usada en la actualidad y se limita a comunidades muy pequeñas y casi siempre situadas junto al mar.
3. Mezclado con el suelo. Se aplica únicamente a restos orgánicos (generalmente, agropecuarios) y el barrido de calles. Se emplea poco ya que requiere grandes áreas de terreno y una separación previa de los desechos.
4. Alimento para animales. Se utiliza con desechos de alimento y cuando el punto de generación se localiza cerca de la granjas, en especial, las porcinas. En práctica favorece la propagación de enfermedades como la triquinosis.
5. Recuperación de grasas y aceites. Se aplica solo a cierto tipo de desechos. Consiste en separar las porciones líquidas y sólidas para recuperar las grasas en cada una de ellas. Con este material se fabrican pomadas, perfumería barata y grasa para vagones (Blanca E. Jiménez Cisneros, 2005).

3.11 Clasificación de residuos de manejo especial

Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (LGPGIR, 2003).

3.11.1 Residuos de manejo especial

Como se ha mencionado, los residuos de manejo son el término que con base en el marco legal, implicaran cambios en los próximos años para los Sociedad Anónima Unipersonal (SAU). En cierta forma, es probable que esta nueva clasificación complique la logística operativa de algunos de los residuos de manejo especial, pues muchas de ellos prácticamente sólidos urbanos generados en contextos y volúmenes diferentes. Sin embargo, será necesario trabajar más en torno a ellos en el corto plazo, precisamente para delimitar funciones, atribuciones y competencias.

Esta categoría de residuos ha sido definida recientemente, por lo que, la información existentes está dispersa, es poco confiable y poco actualizada, salvo la derivada de algunos trabajos realizados en los 90's por el gobierno del distrito federal, por lo que

se considera que este trabajo será la primera aproximación para generar oficios sobre la generación y manejo de los RME. Resalta sin embargo, el caso de los residuos provenientes de instituciones de salud, pues han sido la preocupación constante desde hace varios años por su fracción peligrosa y las implicaciones al ambiente y la salud. Por las razones expuestas, a partir de extrapolaciones con datos básicos se propusieron métodos para realizar una estimación de este tipo de residuos.

Es importante señalar que la LGPGIR efectúa una clasificación de los residuos de manejo especial en ocho categorías diferentes. Sin embargo, debido a las relaciones expuestas con autoridad, en este documento no se evalúan los corrientes correspondientes a las categorías I, III y VII, del mencionado ordenamiento, y se trata en este apartado lo relacionado a los residuos de manejo espacial provenientes de:

- Servicios de salud
- Servicios de transporte
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Tiendas departamentales o centros comerciales, generados en alto volumen.
- Industria de la construcción

En resumen, los valores encontrados para cuatro de estas corrientes de residuos de generación de manejo especial son:

Tabla No 4 Generación de residuos de manejo especial, por sectores de actividad.

Fuente generadora	Producción mínima Ton/día	Producción máxima Ton/día	Producción media Ton/día
Servicios de salud	151	495	323
Servicios de transporte	404	586	495
Lodos – PTAR	1,600	4,801	3,201

municipales			
Residuos construcción	11,161	15,100	13,130

A continuación se efectúan algunas observaciones relevantes respecto a la información encontrada y confiable para este tipo de residuos.

Se considera que de todos los residuos que se generan en las unidades médicas, el 80% puede ser clasificado como de manejo especial, y el resto como residuos peligrosos biológico infecciosos.

Para los residuos generados por servicios de transporte, se puede asegurar que en su mayoría, corresponden a los provenientes de las terminales de pasajeros y actividades administrativas y comerciales, así como del movimiento de las unidades.

De la información conseguida para este rubro debe resaltarse que la mayor parte de los pasajeros utilizan como medio de transporte el autobús (98%).

En materia de los residuos, provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, se conoce que se generan aproximadamente 640,000 ton/día en base seca. Para normar su manejo, existe la norma, NOM-004-SEMARNAT-2002, sobre lodos y bio-sólidos.

Para las tiendas departamentales y centros comerciales, 370 kg/tienda-día, en promedio: y de 330 kg/tienda-día a 345 kg/tienda-día para los autoservicios. Sin embargo, es necesario dimensionar el problema y definir la importancia por tipo de negocio, para establecer la planificación requerida para su atención conforme a la LGPGIR. El subproducto más abundante es el cartón, con el 45.9%, seguido por el alimenticio, con el 8.4%, el plástico de película con el 7.3%, y el pastico rígido con el 7.2%; el resto corresponde a los otros residuos.

Los residuos de la construcción y demolición provienen de obras para vivienda, comercios, industria e infraestructura. Tal vez es donde más reciclables se encuentran, por la tradición y por su recuperación y aplicación. Cobran aproximadamente 40 \$/m³ de escombros para recibirlos (no incluyen transporte). Se estima una generación promedio de 13,130 ton/día para esta corriente de RME en el país.

Por ejemplo:

- Adoquinos
- Arcillas
- Ladrillos
- Mampostería
- Concreto armado
- Fresado de carpintería asfáltica

Las principales recomendaciones que pueden hacerse por el momento para este tipo de residuos, es precisamente diseñar a corto plazo las metodologías para los muestreos de generación –en su caso- formular índices de generación con el encontrado y con la información existente –previa investigación y clasificación acorde a la LGPGIR, así como generar los inventarios y con ello, definir la infraestructura y servicios para atender este concepto (Gutiérrez, 2006).

3.11.2 Gestión integral de residuos especiales

Los objetivos de la gestión del manejo de residuos de manejo especial son los siguientes:

- Fomento y promoción de la gestión integral de residuos de manejo especial.
- Fomento y promoción del cumplimiento voluntario y la regulación de las empresas y particulares generadoras de residuos y de prestadoras de servicios (recolección, transporte, acopio, reciclaje) de manejo integral de residuos.

- Impulsar la creación de centros de manejo de residuos separados.
- Separación de residuos en edificios públicos mediante la implementación del sistema de gobierno sustentable.
- Promover la elaboración de planes de manejo rectores de residuos electrónicos depósito consumo, llantas usadas, lodos provenientes de tratamiento de plantas residuales, de la industria del tequila, de la industria de la construcción y del resto de los establecimientos industriales, comerciales y de servicios (PPGIR, 2012)

3.12 Clasificación de residuos peligrosos

Comprenden una extensa familia de materiales provenientes básicamente de procesos industriales, que se distinguen por su persistencia, refractabilidad y sus características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológica infecciosas (CRETIB). Por lo regular, dichos residuos se descargan sin ningún control en los alcantarillados, cursos de agua, barrancas, basureros municipales y tiraderos clandestinos. Miles de productos, como el aceite dieléctrico (bifenilos, policlorados), se emplean en los transformadores eléctricos, los lubricantes de los vehículos, los solventes, la cabeza y colas de procesos químicos, los jales de la minería metálica, los envases de plaguicidas, entre otros.

El carácter de refractario, no biodegradables bio-acumulable y dañino para la vida en todas sus formas de expresión, incluyendo la humanidad, convierte prácticamente a todas las sustancias de valoración y restricción en sus usos y destinos finales. A ellos se añaden los desechos radioactivos y las sustancias químicas cuyos derrames incidentales constituyen un peligro para los elementos del medio ambiente (Vidal y López, 2009).

La Ley General de Prevención y de Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), dice que 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, de conformidad con lo que se establece en esta ley (LGPGIR, 2007).

Los instrumentos normativos y de gestión ambiental en materia de residuos peligrosos promueven actualmente, en primer término la prevención de su generación y la minimización a través del rehusó y reciclaje de los mismos, no hay que negar que la generación de estos residuos en lugar de verse disminuidos han ido en aumento, lo anterior derivado del incremento en la infraestructura de consumo y de los requerimientos de la población de suministros y servicios (PEPGIR, 2012).

3.13 Manejo de los residuos peligrosos

Existen diversos riesgos que plantean los residuos peligrosos que requieren el establecimiento de sistemas de gestión que garantice su manejo adecuado desde el punto de generación hasta su disposición final. Aunque las cantidades de desechos son más bajos en comparación con los no-peligrosos, gestionar adecuadamente estos residuos exige una mayor inversión, costos y un mayor nivel de seguridad.

Idealmente, la planificación y los procesos de toma de decisiones deben basarse en un análisis detallado de los datos de generación de residuos peligrosos (RP's), su distribución industrial y geográfica, y anticipado las tendencias futuras siempre que sea posible. El Inventario Nacional de desechos peligrosos se considera como un indispensable paso previo para el desarrollo de la política de gestión nacional de esos desechos y la aplicación de los convenios de Basilea, Convención sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación (Yilmaz, O. et al 2014).

Como en el caso del manejo de residuos sólidos, la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de USA ha propuesto una jerarquía de prácticas preferidas para el manejo de residuos peligrosos. Estos son en orden de prioridad:

1. Reducción de cantidad de residuos
2. Separación y concentración de los residuos

3. Intercambio de residuos
4. Recuperación de energía/materiales
5. Incineración/tratamiento
6. Eliminación en tierra segura

La eliminación o reducción de los residuos peligrosos por medio de cambios en el proceso de producción es el primer objetivo de un plan de manejo. Después de esto, es indispensable que se lleve la cuenta de los residuos peligrosos restantes desde su origen hasta su disposición final (J. Glynn Henry y Gary, 1999).

3.13.1 Alternativas para su manejo

Hay varias alternativas para el manejo de los residuos peligrosos. Las principales son las siguientes:

Reciclaje: La alternativa más productiva es la que después de un proceso específico convierte a los residuos peligrosos en materia prima que se puede utilizar después en otro proceso productivo diferente.

Destrucción: También existe la opción de destruir los residuos peligrosos, al hacerlo las cenizas generadas pueden ser confinadas de una manera mucho más práctica y así ser clasificados como residuos estabilizados. Un ejemplo son medicamentos caducos o fuera de especificaciones

Confinamiento: Los residuos peligrosos se descodifican, se separan y concentran los componentes peligrosos en volúmenes reducidos y finalmente se estabilizan para evitar la generación de lixiviados.

Es importante conocer qué clase de residuos se consideran peligrosos

Son considerados como peligrosos a los remanentes que resultan de un proceso productivo, que por su composición, presentación o combinación pueda ser un peligro presente o a futuro, ya sea directa o indirectamente para la salud humana y el entorno (Profepa, 2014).

3.14 Fuentes de generación los RP's

Las fuentes de residuos pueden agruparse genéricamente en tres bloques principales, atendiendo a las causas que determinan su aparición, a lo largo de la cadena de producción y consumo.

- Residuos generados en los procesos de transformación, como consecuencia de ineficiencias en el uso de las materias primas y de la energía, así como de la propia complejidad de gran parte de las materias primas y energéticas en cuanto a su constitución. La industria química y de procesos en general ofrece numerosos ejemplos de esta causa de generación de residuos. Subsectores como los de fabricación de polímeros, pesticidas, productos farmacéuticos, pigmentos, etc. producen una gama diversa de residuos peligrosos en cantidades importantes.
- Productos que una vez cumplido su ciclo de vida útil son desechados o destinados al abandono. Una amplia gama de ellos merecen, por su naturaleza y constitución, la consideración de residuos peligrosos. Agentes de limpieza, baterías y aceites lubricantes usados constituyen, entre muchos otros, ejemplos representativos.
- Residuos originados en operaciones de tratamientos de residuos. En numerosos procesos de descontaminación los componentes peligrosos no se destruyen, sino que experimentan transformaciones parciales o se transfieren de una fase a otra, con lo que se originan nuevos residuos que requieren a su vez algún tipo de gestión. Ejemplos de residuos peligrosos generados por esta vía son los lodos resultantes de la depuración de aguas residuales industriales contaminadas por metales pesados o los producidos en los lavadores utilizados para la limpieza de los gases en plantas de incineración de residuos.

Dos sectores industriales, el químico y el siderometalúrgico, contribuyen en conjunto con cerca de un 60% al total de la producción mundial de residuos peligrosos. En términos cualitativos, la industria química aporta los mayores niveles de peligrosidad, con una participación muy destacada de residuos de alta toxicidad y fue a partir de la

década de los 60, cuando el desarrollo industrial en México aumentó rápidamente y con él la importancia de la producción y emisión de desechos industriales (CICEANA, 2000).

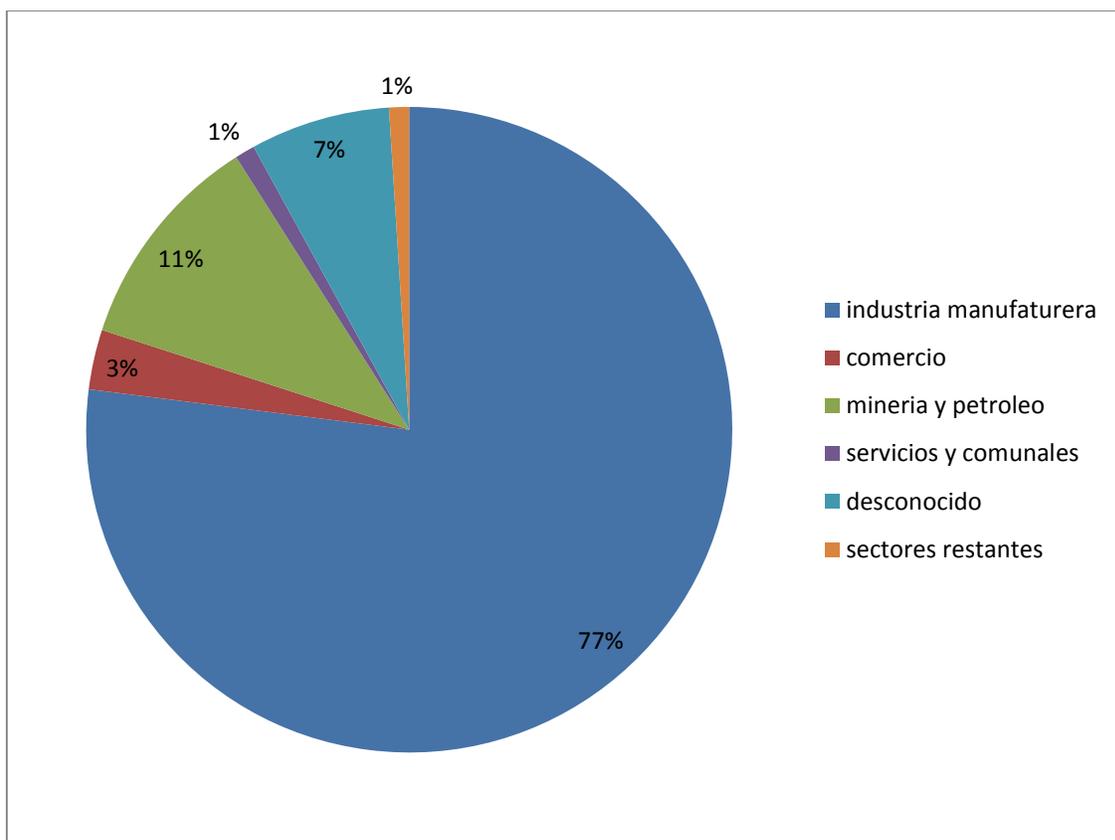


Fig. 1.- Representación de las ramas industriales y el porcentaje que cada una de ellas genera con respecto a los residuos peligrosos, en México.

Las cantidades de residuos peligrosos que produce la industria pueden variar desde una cantidad insignificante en países de economía agraria hasta más de 200 kg/persona *Año, en las sociedades muy industrializadas. (J. Glynn Henry y Gary, 1999).

3.15 Tipos de residuos Biológicos-Infeciosos.

La medical waste tracking Act (MWTA; ley para el rastreo de residuos médicos) de EUA, promulgada por el congreso, en respuesta a la preocupación pública que se despertó después de que el mar depositó en la playa de la costa este de EUA jeringas, agujas y otros residuos, define los “residuos médicos reglamentos” como (U.S. EPA, 1089b):

- Cultivos y cepas de agentes infecciosos
- Residuos patológicos humanos
- Sangre humana y productos de sangre
- Instrumentos cortantes: usados y sin sangre
- Residuos de animales contaminados
- Residuos procedentes de pacientes aislados con enfermedades muy contagiosas.

Entre los generadores de residuos médicos están los hospitales y, en menor medida, las clínicas, los laboratorios de investigación y las compañías farmacéuticas. La generación de residuos sólidos en hospitales se estima entre 4.5 y 9.1 kg/día por cama, de los cuales se considera que alrededor del 10% está infectado o puede causar enfermedades. (J. Glynn Henry y Gary, 1999).

3.16 Características biológicos infecciosos

Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos patógenos, cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos se considera como un residuo peligroso.

Los posibles efectos de los residuos peligrosos en los humanos y en la salud ambiental pueden ser muy diversos. Desechos peligrosos pueden entrar el cuerpo mediante la inhalación, la ingestión o el contacto dérmico. El daño depende de la naturaleza física y química del residuo y de sus niveles de concentración, la cantidad y tiempo de exposición. Los efectos adversos en humanos tienen un rango muy

variables que pueden ir desde simple irritación, mareos, dolores de cabeza y náusea hasta desórdenes a largo plazo, cáncer o la muerte. Los químicos más peligrosos para los humanos son los pesticidas (DDT, BHC), petroquímicos (benceno) y metales pesados (plomo y cadmio) (CICEANA, 2000).

3.17 Clasificación de los residuos biológicos infecciosos

De acuerdo a la LGEEPA, la LGPGIR, y la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT - SSA1- 2002, los biológico-infecciosos se pueden clasificar de la siguiente manera:

3.17.1 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 a celulares de la sangre resultante (hemoderivados).



3.17.2 Los 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.

Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.



3.17.3 Los 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.

Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento.

Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteros patógenos en centros de investigación y laboratorios.



3.17.4 Los residuos no anatómicos;

Son residuos no anatómicos los siguientes:

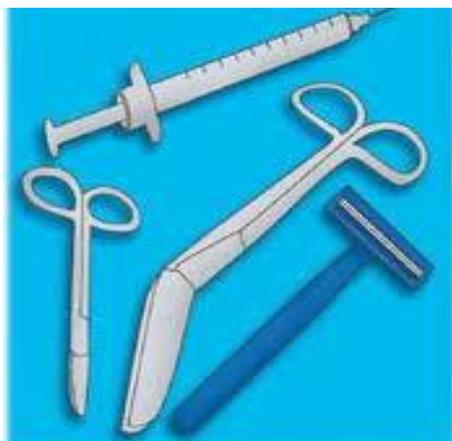
Los recipientes desechables que contengan sangre líquida.

- Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericardio, líquido pleural, líquido Céfal-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.
- Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes entero patógenos.



3.17.5 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 deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).



3.18 Administración de los RP'S

Las prioridades lógicas en la administración de residuos peligrosos serían:

1. Reducir la cantidad de residuos peligrosos generados
2. Estimar el intercambio de residuos, los residuos peligrosos de una fábrica pueden ser materia prima de otra; por ejemplo, los residuos de ácidos y solventes de algunas industrias se pueden usar en otras sin procesarlos.
3. Reciclar metales, el contenido de energía y los demás recursos útiles contenidos en los residuos peligrosos.
4. Desintoxicar y neutralizar las corrientes de residuos peligrosos mediante tratamiento químico o biológico.
5. Reducir el volumen de lodos residuales generados en el punto y mediante desaguado.
6. Destruir los residuos peligrosos combustibles en incineradores especiales de alta temperatura provistos de sistemas adecuados de control y vigilancia de la contaminación.
7. Estabilizar o solidificar los lodos y la ciencia de los puntos cinco y seis para reducir la facilidad de lixiviación de los metales.
8. Desechar los residuos tratados remanentes en rellenos diseñados especialmente.

3.18.1 Minimización de residuos

Los elementos clave necesarios en un programa de minimización de residuos incluyen:

- Compromiso organizacional al máximo nivel.
- Recursos financieros.
- Recursos técnicos.
- Organización, metas y estrategia adecuadas.

El compromiso de la alta dirección es el primer elemento que debe existir. Después pueden seguir las actividades para establecer los demás elementos. La estructura organizacional que se adopte deberá estimular la comunicación y el intercambio de información entre los participantes. Con frecuencias las mejores ideas provienen de los operadores de la línea, que trabajan día con día en el proceso (Mackenzie 2004).

De todo lo expuesto hasta ahora se desprende que es más costoso remediar que prevenir y que, mientras la administración de los residuos y contaminantes crea costos a las empresas que los generan, su difusión en el ambiente constituye una carga para la sociedad entera y, en particular, para los vecinos de tales empresas.

A la vez, se ha aprendido que la prevención de la generación de residuos y contaminantes, así como su control adecuado, pueden significar un ahorro para las empresas y una contribución importante para proteger el ambiente. En resumen de algunos de los elementos que conviene tener presentes al planear la administración de los residuos peligrosos.

Debe hacerse notar que la administración de los residuos peligrosos requiere ser parte de una estrategia integral de administración ambiental multi-medios, para no repetir pasados errores derivados de transferir de un medio a otro los problemas producidos por la generación de desechos. No hay que olvidar que el control de las emisiones contaminantes al aire llevó a descargar los contaminantes al agua y, al controlarse las descargas de aguas residuales, se incrementó considerablemente la generación de desechos sólidos.

Como se mencionó previamente, en lo que respecta a los residuos peligrosos se tiende a establecer una jerarquía entre las distintas opciones para administrarlos, en la cual ocupa un lugar preponderante la reducción de los mismos en la fuente; un segundo sitio lo ocupa la ubicación de los procesos de reciclado y recuperación, así como el tratamiento mediante tecnologías adecuadas; toca el último lugar al confinamiento.

En todos los foros y convenios internacionales en la materia se ha puesto énfasis en recomendar el tratamiento in situ de los residuos peligrosos o tan cercanos a las fuentes generadoras como sea posible, no tan sólo por razones de economía sino para reducir al mínimo los riesgos en el transporte. Con ello se disminuye la movilización de residuos peligrosos únicamente a aquellos que no puedan ser manejados de manera ambientalmente idónea en el lugar en el que se originan (Cortinas, y Vega, ISBN 968-838-229-9).

3.19 Tecnología de tratamiento de RP`s

Los residuos resultados de la minimización deben liberarse de tóxicos y neutralizarse. Una gran cantidad de técnicas de tratamiento se pueden aplicar para lograrlo; muchas son aplicaciones de procesos que ya se han descrito. Entre otros ejemplos están la oxidación biológica, la precipitación química, el intercambio iónico y la oxidación-reducción, así como la absorción en carbón. Aquí se describirán al aplicarlos al tratamiento de residuos peligrosos y se presentaran algunas tecnologías nuevas (Mackenzie 2004).

Las actividades antropogénicas producen una gran variedad de residuos tóxicos, generalmente durante los proceso de producción, ya que los desechos industriales contienen compuestos peligrosos; de aquí la importancia de darles un tratamiento adecuado, el cual se refiere a cualquier método, técnica o proceso, que tenga como propósito cambiar las características físicas, químicas o biológicas del residuo peligroso, para estabilizarlo o transformarlo a otro residuo no peligroso antes de su disposición final.

Se han aplicado diversas tecnologías de tratamiento como son:

- **Tratamientos físicos.** Son procesos que a través de un cambio en la concentración y/o en la fase, transforman a los constituyentes peligrosos a una forma más conveniente para un procesamiento posterior o una disposición final

- Tratamiento químico. Son procesos que alteran la naturaleza interna de los constituyentes peligrosos por medio de reacciones. En la mayoría de los casos se estabilizan dichos residuos, pero en otros no es posible tratarlos en un 100%, siendo necesario un tratamiento posterior.
- Tratamiento térmico. Estos procesos emplean altas temperaturas como principal mecanismo para la oxidación del residuo.
- Estabilización/solidificación. Procesos en los que se reduce la peligrosidad que presenta el residuo, por medio de su estabilización y/o inmovilización. Resultando una masa inerte con resistencia mecánica, la cual puede tener otra utilidad.
- Tratamiento biológico. Estos utilizan microorganismos, como son las bacterias, protozoarios y hongos, los cuales transforman los residuos tóxicos (compuestos orgánicos tóxicos) en compuestos inertes, producto de su metabolismo, ya que para la población microbiana, las sustancias peligrosas son su fuente de energía y alimento. Los microorganismos involucrados utilizan la materia orgánica, junto con elementos nutritivos y oxígeno (en caso de ser requerido), para metabolizarla mediante procesos bioquímicos y fisicoquímicos, obteniendo así energía vital y materia viva, además de formas moleculares estables e inorgánicas presentes en la naturaleza. Por lo tanto, la capacidad bioquímica, genética y ecológica de los microorganismos juega un papel importante en la biodegradación de compuestos orgánicos tóxicos (María E. and Georgina F., 1993).

3.19.1 Alternativas tecnológicas

Las alternativas tecnológicas para administrar los residuos peligrosos pueden agruparse en tres grandes rubros: a) las que persiguen reducir su generación, b) las enfocadas a disminuir su peligrosidad mediante diversos tratamientos, y c) las empleadas para su disposición final. Por sus características peculiares, se incluye una mención particular al manejo de los residuos de plaguicidas y de residuos biológicos infecciosos (Cristina C. N. y Sylvia V. G., ISBN 968-838-229-9).

A. Reducción

Las medidas adoptadas para reducir los residuos peligrosos comprenden cuatro tipos de acción:

1. Modificación de procesos.
2. Sustitución de productos.
3. Recuperación y reciclaje.
4. Segregación en la fuente.

De ellas, las dos primeras constituyen las mejores opciones, en la medida en que reducen al máximo la generación de residuos en la fuente. La recuperación y el reciclaje, si bien son recomendados, plantean problemas que hay que tomar en consideración para el manejo seguro de las sustancias tóxicas o peligrosas, ya que algunas de éstas se podrían encontrar en mayor proporción en los materiales a recuperar o reciclar que en las etapas de los procesos previos que generaron los residuos.

Modificación de procesos:

Esta es una de las áreas en las que ha ocurrido un número importante de innovaciones tecnológicas. Tales innovaciones se han traducido en procesos productivos más eficientes, capaces de economizar energía y de aprovechar mejor las materias primas, así como de disminuir la generación de residuos peligrosos, reduciendo con ello los costos de manufactura.

Ejemplo de ello es la obtención de vapor a partir de residuos industriales; la producción de ácido sulfúrico a partir de residuos de alto contenido de azufre; y el cambio en los procesos de producción de polietileno a partir de óxido de etileno para disminuir la cantidad de aguas residuales y el contenido de productos no degradables en ellas.

Sustitución de productos:

Mediante esta opción se busca reemplazar productos altamente tóxicos o peligrosos por otros que aporten los mismos beneficios y cuyo manejo a lo largo de su ciclo de vida sea más seguro y respetuoso del ambiente. Tal es lo que ha ocurrido al sustituir los bifenilos, poli clorados en los transformadores eléctricos por otros tipos de dieléctricos como ciertos aceites o por aire.

Recuperación y reciclaje:

Se trata de alternativas que, en general, no requieren de inversiones por parte de los generadores de residuos peligrosos, ya que son operaciones rentables en las que se emplean materiales de fácil separación y purificación. Se distinguen tres tipos de opción: a) reciclaje en la propia planta, b) recuperación comercial fuera de la planta e c) intercambio de materiales.

En este caso en particular, se recomienda que las empresas generadoras de residuos peligrosos y las encargadas de su recuperación o reciclaje se instalen lo más cerca posible unas de las otras, con el fin de facilitar las operaciones.

Segregación en la fuente:

Este método es uno de los más simples y económicos para disminuir el volumen de residuos peligrosos, ya que puede ponerse en práctica en el mismo sitio en el que éstos se generan. El principio en el cual se basa es en el de la prevención de la contaminación de grandes volúmenes de desechos industriales no tóxicos con residuos peligrosos y en el manejo y disposición final adecuados de estos últimos.

Estos métodos proporcionan beneficios importantes a las empresas, al disminuir las cantidades de residuos peligrosos y reducir los costos de su manejo. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, cuando las empresas que requieren grandes cantidades de agua separan las aguas empleadas para enfriar los procesos de las que contienen residuos químicos para recircularlas; en tanto que las segunda a tratamiento, antes

de verterlas a las descargas de aguas residuales(Cortinas y Vega, ISBN 968-838-229-9968-838-229-9).

Tratamiento

Las corrientes o productos resultantes del proceso de pre tratamiento pueden no ser aptos para las siguientes etapas a las que deberá someterse el residuo. Resulta imprescindible definir de antemano las características que deberán poseer el residuo una vez tratado en esta etapa inicial. Si el objetivo del tratamiento es, por ejemplo, la recuperación de algunos de los componentes del residuo, deberá seleccionarse aquel proceso que conduzca directamente a un producto reutilizable o que convierta al residuo en una forma a partir de la cual la recuperación deseada sea más sencilla (Castells y Cols., 2012).

Descodificación

Los residuos peligrosos pueden decodificarse en la propia instalación o antes de eliminarlos en otro emplazamiento mediante procesos variados dependiendo del tipo de residuo y de la situación especial. Cualquiera de estos procesos anuncia un desperdicio residual para sí evacuación final. Sin embargo, el desperdicio residual no poseerá ya propiedades tóxicas. La Descodificación en el emplazamiento de origen del residuo peligroso, el generador de residuos tóxicos no solo es más capaz de decodificar su propio residuo cuando se origina, sino que también protege al distribuidor de derrames accidentales o de sistemas con fallos en el funcionamiento. Además, el generador es legal y moralmente responsable de poner a salvo su propio residuo para su transporte posterior y/o su tratamiento y evacuación (Nemerow Basqueta, 1991).

Tratamiento térmico:

Después del vertido, la incineración es la técnica más común de tratamiento de residuos peligrosos, debido a que tiene como principal ventaja una significativa reducción del volumen de los residuos y, además, se puede obtener energía de este proceso, lo que rentabilizaría el mantenimiento y funcionamiento de la instalación.

La incineración puede definirse como una oxidación controlada a alta temperatura. En esta combustión se desprenderán gases, partículas, humos, cenizas, escorias, etc., que deben ser gestionados adecuadamente debido a que los gases que se desprenden y las cenizas que se forman pueden ser altamente contaminantes (Cabildo, 2010).

Tratamientos biológicos:

Son muy similares a los empleados en el tratamiento de aguas residuales y se aplican a residuos peligrosos cuya toxicidad no es letal para los microorganismos.

Entre ellos destacan:

- Lodos activados
- Lagunas de aeración
- Filtros
- Biocontactadores
- Lagunas de estabilización
- Digestores anaeróbicos
- Esparcimiento en suelos agrícolas
- Compostaje

La biotecnología basada en el uso de microorganismos desarrollados selectivamente para degradar sustancias tóxicas específicas se ha empleado con éxito en las siguientes industrias: de refinación y extracción de petróleo, química, farmacéutica, textil y de pulpa y papel (Cortinas y Vega, ISBN 968-838-229-9).

Tratamientos químicos:

El tratamiento químico tiene como objetivo eliminar o reducir, hasta niveles ambientales aceptables, los niveles de toxicidad de los residuos peligrosos dependen de sus características ácido-base, de oxidación-reducción, de precipitación, etc. La aplicación principal es la recuperación de metales de residuos, práctica que permite

el reciclaje de los mismos a la vez que preserva al medio ambiente de su vertido (Cabildo, 2010).

B. Disposición final

Los materiales resultantes del tratamiento de los residuos peligrosos antes descritos, así como los residuos que puedan ser eliminados sin tratamiento previo de descodificación han sido dispuestos en confinamientos tales como cementerios industriales, lagunas superficiales, pozos profundos, minas abandonadas o en el mar. Sin embargo, se admite hoy en día que no existe ningún método de confinamiento totalmente seguro y en todos los casos se requiere evaluar previamente los posibles impactos ambientales y seleccionar con propiedad los sitios para disponer de los residuos (Corinas y Vega, ISBN 968-838-229-9).

A pesar de la destrucción, el tratamiento y las técnicas de inmovilización usadas, siempre quedara, de los residuos peligrosos, algún residuo que tiene que ser dispuesto en alguna parte. Esta sección trata brevemente la disposición final de cenizas, sales, líquidos, líquidos solidificados y otros residuos que deben colocarse donde se minimice su impacto (Manahan, 2007).

Cementerios industriales

Los cuales son confinamientos contruidos bajo en celdas o zanjas recubiertas con cemento y materiales, para evitar que fluyan liquido (lixiviados) al subsuelo y que penetre la lluvia. En este confinamiento los residuos peligrosos se disponen a granel o en contenedores y los gases que se formen se dejan escapar a través de tubos. Los lixiviados se recuperan mediante una serie de tuberías perforadas que se entierran en los puntos más bajos del cementerio, bombeándolos para evitar que se fuguen hacia el entorno (USON, 2015).

Lagunas superficiales

Este tipo de confinamiento es el menos adecuado, puesto que los residuos peligrosos se disponen en depresiones abiertas con o sin recubrimiento y presentan

el riesgo –entre otros-- de que se evaporen las sustancias volátiles y se produzca el fenómeno de lixiviación, por lo cual no se recomienda.

Inyección de pozos profundos

Para este fin se han utilizado pozos abandonados, cuyo fondo consiste en formaciones geológicas apropiadas. También se llegan a perforar pozos nuevos y se emplean plantas de inyección. Este procedimiento se utiliza en especial para disponer soluciones de sustancias tóxicas y de aguas residuales (Cortinas y Vega, ISBN 968-838-229-9).

3.20 Tecnologías de tratamiento biológicos infecciosos

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos 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.

Factores a considerar al seleccionar una tecnología de tratamiento de residuos biológico infecciosos

- Eficiencia en la inactivación o eliminación de la peligrosidad de los componentes de los residuos y disminución de su volumen;
- Desempeño ambiental de la tecnología;
- Seguridad de los trabajadores involucrados en los procesos de tratamiento de residuos;
- Facilidad de operación;
- Costo de la tecnología y/o de su operación;
- Beneficios económicos.

3.20.1 Desinfección química

Por años se ha empleado la desinfección química en los servicios de salud, tanto para desinfectar instrumentos reutilizables, como superficies de lugares de trabajo, por lo que su uso se ha extendido al tratamiento de los residuos infecciosos, lo cual

demanda que el desinfectante entre en contacto con los microbios contenidos en ellos, durante el tiempo necesario y en la concentración suficiente para lograr una desinfección efectiva.

Por lo general, y como ocurre con otros tratamientos distintos a la incineración, los residuos se someten a trituración dentro de los equipos de desinfección química, para lograr un contacto adecuado con los microbios presentes en los residuos. Así mismo, estos sistemas cuentan con mecanismos para permitir la alimentación adecuada de los desinfectantes químicos de manera a paliar el problema de volatilización, descomposición absorción e interacción de los organismos.

Al utilizar estos sistemas se tienen que considerar otros factores que pueden interferir con la desinfección, como son el pH, la temperatura y la presencia de otras sustancias químicas. Así mismo, se deben adoptar medidas de higiene y seguridad para proteger a los operarios durante los procesos de desinfección y asegurar que las descargas de aguas residuales resultantes cumplan con las disposiciones normativas que resulten aplicables.

3.20.2 Tipos de residuos tratados por desinfección química

- Cultivos y cepas
- Punzocortantes
- Residuos líquidos humanos y animales, incluyendo sangre y fluidos corporales (en ciertas tecnologías, esto puede limitarse a un cierto porcentaje de los residuos)
- Residuos de cirugía y aislamiento
- Residuos de laboratorios (excluyendo residuos químicos)
- Residuos blandos (como gasas, vendas, sábanas, batas, etcétera) del cuidado de pacientes.

También pueden tratarse por estos medios residuos anatómicos humanos, salvo que lo impidan razones éticas, legales, culturales o de otra índole.

3.20.3 Recomendaciones para el uso eficiente de la desinfección química

Asegurar que la segregación de los residuos a tratar ha sido correcta para evitar que los residuos químicos peligrosos se introduzcan al sistema.

Las áreas de tratamiento deben contar con equipos de monitoreo para asegurar que las concentraciones de contaminantes químicos no rebasen los límites permitidos fijados en la normatividad de higiene y seguridad en el trabajo.

Llevar un registro de los resultados de las pruebas químicas o biológicas de la efectividad de la desinfección, así como de los parámetros de tratamiento (por ejemplo, concentraciones de desinfectantes químicos, de las actividades de mantenimiento preventivo y de inspección periódica.

Proporcionar suficiente ventilación para reducir olores y concentraciones de sustancias químicas en el aire.

Instalar regaderas y equipos de lavado de ojos, así como botiquines de primeros auxilios en caso de exposición accidental a los desinfectantes químicos.

Los trabajadores involucrados deben utilizar lentes resistentes a sustancias químicas, guantes, delantales y otro tipo de equipo protectores que se considere (como equipos de respiración en caso de emergencias químicas). (Mendoza, 2011).

3.21 Hospitales en la ciudad de Torreón, Coah.

De acuerdo a la consulta realizada en la página del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), la ciudad de Torreón, Coahuila, cuenta con un total de 132 hospitales privados, en la república mexicana, se cuenta con 1206 hospitales privados y del sector público.

3.22 Manejo de los residuos biológicos infecciosos

Residuos hospitalarios (RH).- Se definen como aquellos Residuos sólidos biológico-infecciosos provenientes de hospitales, sanatorios, clínicas veterinarias, funerarias o similares. (RMRSUAP, 2008).

En un estudio, de 39 hospitales que contienen 44 esterilizadores en la ciudad de Teherán, fueron investigadas con el fin de evaluar la esterilizadores 'operacional proceso mediante la observación de los problemas de salud y ambientales. Unos 71 artículos cuestionario se utilizó para recopilar los datos. El cuestionario fue revisado por expertos con el fin de mejorar la investigación. Debería e Salud basado en las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En cada categoría, las puntuaciones se ampliaron para establecer una medida cuantitativa de 0 a 100. Estas medidas a escala arriba se utilizaron como base de análisis estadístico descriptivo

Los desechos deben de ser identificados inmediatamente después del procedimiento que los generó, en el sitio donde se originaron y por el personal que los generó, esta práctica evitar la reclasificación de los desechos, disminuyendo los riesgos para el personal encargado de la recolección de los residuos(Aghapour, 2013).

3.22.1 Identificación y envasado

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 a la tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana. Durante el envasado, los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o peligrosos.

Tabla5En las siguiente tabla se presentan los tipos de residuos B-I, así como el tipo de envasa donde se deben colocar y el color de identificación que deben llevar cada envase, dependiendo del residuos que lo contiene.

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

a) 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 y la leyenda Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (Apéndice Normativo), deberán cumplir los valores mínimos de los parámetros indicados en la tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana.

Los recipientes de los residuos peligrosos punzocortantes deberán ser rígidos, de polipropileno color rojo, con un contenido de metales pesados de no más de una

parte por millón y libras de cloro, que permitan verificar el volumen ocupado en el mismo, resistentes a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructibles por métodos físicos, 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 marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Apéndice Normativo de la norma 087 semarnat 2002).

a) La resistencia mínima de penetración para los recipientes tanto para punzocortantes como para líquidos, debe ser de 12.5 N (Newton) 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".



Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos deben ser rígidos, con tapa hermética de polipropileno color rojo o amarillo, con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, resistente a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructible por métodos físicos, deberá contar con la leyenda que indique “RESIDUOS PELIGROSOS LIQUIDOS BIOLOGICO-INFECTIOSOS” y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico.

En caso de que los residuos líquidos no sean tratados dentro de las instalaciones del establecimiento generador, deberán ser envasados como se indica en la tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

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 (NORMA-SEMARNAT-SSA1-2002).

3.23 Riesgos potenciales generados por los residuos peligrosos hospitalarios.

3.23.1 Enfermedades infectocontagiosas en el personal de salud.

Dentro de las patologías más frecuentes que se encuentran en relación a la utilización de equipo punzocortante encontramos:

HEPATITIS B:

Es una enfermedad infecciosa del hígado causada por un virus DNA (Hepadnavirada), y caracterizada por necrosis hepatocelular e inflamación. Puede causar un proceso agudo o un proceso crónico, que puede acabar en cirrosis (pérdida de la "arquitectura" hepática por cicatrización y surgimiento de nódulos de regeneración) del hígado, cáncer de hígado, insuficiencia hepática e incluso, la muerte. Es probablemente la enfermedad infectocontagiosa más frecuente en relación al origen laboral.

HEPATITIS C:

La hepatitis C se propaga por medio del contacto con sangre de una persona infectada (transmisión por vía parenteral). Normalmente, no es una enfermedad de transmisión sexual ya que no se transmite a través del semen como en el caso de la hepatitis B o el VIH-SIDA.

Se puede contraer por:

- Recibir prácticas médicas con mala esterilización (PERSONAL SANITARIO, etc.).
- Pincharse con una aguja contaminada con sangre infectada (trabajadores de la salud pueden contraer la hepatitis C de esta forma).
- Realizarse un tatuaje o una perforación en alguna parte del cuerpo. Piercings y tatuajes permiten una herida abierta por tiempo prolongado por lo cual el virus permanece en el medio ambiente y penetra en las zonas donde hubo piquete o pinchazo independientemente de si el instrumento estaba estéril.
- Compartir agujas para inyectarse drogas.
- Inhalar drogas por aspiración compartiendo el instrumento con que se aspira debido a que pueden producirse hemorragias a nivel nasal.
- Ser nacido de una madre que tiene hepatitis C.
- Raramente el contagio puede ser por vía sexual. Se calcula que este tipo de contagio representa menos del 2% de los casos. Se da especialmente, cuando en la relación sexual existe sangrado.

VIH:

Se trata un ARN virus. La enfermedad se caracteriza por un déficit inmunitario, en particular por una disminución del número absoluto de linfocitos CD4. El virus induce la producción de anticuerpos anti VIH, dirigidos contra diferentes proteínas virales. Luego de la infección, dentro de las primeras semanas, alrededor de un 20% de los individuos presenta manifestaciones agudas (síndrome mononucleósico). Luego se

presentan manifestaciones crónicas (fiebre mayor de 38°C, disminución de peso, sudoración nocturna). En un periodo variable, hay progresión al SIDA, caracterizado por la aparición de enfermedades oportunistas (neumonía, infección poli visceral, lesiones cutáneas, toxoplasmosis, candidiasis, parasitosis, tuberculosis, tumores cutáneos como el sarcoma de Kaposi) (Campos, 2012).

3.24 Control de los residuos biológicos-infecciosos.

El control de los residuos médicos se basa en guías la Guide for Infectaous WasteMangement (guía para los residuos infecciosos) de 1986, de la EPA de EUA, y Guidelines for the Handling and Disposal of Biomedical Wastes (guía para el manejo y disposición de los desechos biomédicos), de 1986 del Ministerio del Ambiente de Omntario. La promulgación y puesta en vigor de reglamentos que gobiernan la recolección, procesamiento, transporte y eliminación de residuos medico son por lo general responsabilidad de la comunidad donde se ubican las instalaciones. Los arreglos para el manejo interno de los residuos y su eliminación externa se dejan en manos de los generadores de los mismos.

Para los hospitales la práctica normal es la incineración local de los sólidos combustibles en un incinerador de alta temperatura de diseño específico, con quemadores para calentar los gases posteriormente, con la cual se alcanza en la cámara de combustión primaria una temperatura recomendada entre 980° y 1,200°C para conseguir la combustión completa. Las cenizas se depositan en un relleno sanitario. Los residuos de los hospitales que carecen de equipos para incineración o esterilización se aptaran y se empaquetan en recipiente son códigos de color y rótulos especiales para su transporte y tratamiento externo previo a su disposición final (J. Glynn Henry y Gary, 1999).

3.25 Equipo de Protección Personal

El equipo de protección personal tiene como objetivo salvaguardar a las personas que manejan RPBI de riesgos a su salud; en el caso de los residuos y materiales peligrosos biológicos infecciosos no es diferente, más aun generalmente en los

laboratorios en la generación de éstos se utilizan reactivos químicos y sus residuos como parte de trabajo cotidiano.

El equipo de seguridad incluye campanas de seguridad biológica, contenedores cerrados y otros accesorios diseñados para el control de los materiales infecciosos. La campana o gabinete de seguridad biológica es el principal recurso usado para la contención de aerosoles infecciosos producidos en muchos procedimientos de laboratorio (Gavilán, 2012).

Campanas de seguridad biológicas

"Es una cabina proyectada para ofrecer protección al usuario y al ambiente de los riesgos asociados al manejo de material infeccioso y otros materiales biológicos peligrosos, excluyendo materiales radiactivos, tóxicos y corrosivos." (Hernández y Luna, 1980).

Gabinetes de seguridad biológica

Los gabinetes de seguridad biológica de apertura frontal de clase I o clase II son gabinetes de contención parcial los cuales ofrecen niveles significativos de protección para el personal del laboratorio y el ambiente cuando se usan con buenas prácticas microbiológicas.

Cabinas de seguridad clase I.- protegen al trabajador y al ambiente exterior.

Cabinas de seguridad clase II.- protegen al trabajador, al ambiente exterior y al producto de los riesgos biológicos leves moderados (Menéndez, 2009).

El gabinete de seguridad biológica de gas comprimido clase III provee el mayor nivel alcanzable de protección para el personal del laboratorio y el ambiente.

Un ejemplo de otras barreras primarias es la centrífuga de copa de seguridad, la cual está diseñada para prevenir la liberación de aerosoles durante la centrifugación.

Los equipos de protección personal también se pueden incluir como material de seguridad y se describen en el siguiente apartado. Los recursos de protección personal son frecuentemente usados en combinación con los gabinetes de seguridad biológica y otras medidas, que ayudan en la contención de agentes, animales o materiales que se están examinando. Ejemplos de tales actividades incluyen ciertas prácticas con animales, necropsias, actividades de producción de vacunas y actividades relacionadas con el mantenimiento, servicio o apoyo de las instalaciones del laboratorio (Gavilán, 2012).

Salud laboral y seguridad en las pequeñas y medianas ha sido objeto de numerosos estudios. Varias revisiones han concluido que las intervenciones de salud y seguridad más exitosas, son aquellos que proporcionan información a través de múltiples canales e incluir retroalimentación directa con el propietario de la empresa.

La mayoría de las intervenciones, sin embargo, se han limitado en su alcance y duración, y pocos han empleado un diseño longitudinal que mide la eficacia de la intervención más allá del período de intervención. Las excepciones más notables examinaron el impacto de los controles de ingeniería, tales como la adopción de levantamiento de ayudas en los hogares de ancianos y hospitales, objetos punzantes agujas y concesionarios-recapitulando en establecimientos de salud, y las máquinas de pavimento carretera ventilados (Anca, 2014).

El polio virus es el riesgo biológico arquetípico. Una pequeña dosis infecciosa causa la enfermedad altamente letal para los que actualmente no existe un tratamiento específico eficaz. Un alto número de víctimas mortales entre los trabajadores de la salud que atienden a pacientes con Ébola y enfermedades de virus Marburg es un sello distintivo temen brotes filo virus. Protección de los trabajadores de Salud es uno de los principales objetivos de la respuesta internacional a los brotes filo virus.

El medio más visible de la protección de los trabajadores es el uso de equipo de protección personal (PPE), el material que cubre la cara, cabeza y cuerpo para proteger al usuario de la infección filo virus. Sin embargo, este equipo no es suficiente, y debe ir acompañada de otras intervenciones, como la formación del

personal en prácticas seguras de trabajo, ingeniería de un ambiente de trabajo seguro en unidades de tratamiento de Ébola, y el empleo de controles administrativos tales como limitar las longitudes de cambio y restringir el acceso. Sin embargo, es una parte crítica de mantener los que cuidan de los pacientes Ébola y Marburg se conviertan ellos mismos infectados.

En brotes anteriores, PPE se suele poner juntos utilizando materiales comúnmente disponibles en los países de brotes propensos, muchos de los cuales provenían de la sala de operaciones: batas quirúrgicas, batas, para cubrir la cabeza, máscaras y guantes. Estos elementos se complementan con botas de goma Wellington, un delantal de goma, un segundo par de guantes y protección para los ojos (ya sean anteojos o gafas). Esta configuración se formalizó en los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades de "control de infecciones en Fiebres hemorrágicas virales en el ámbito sanitario de África" (CDC) (Sprecher et al, 2015).

4 RECOMENDACIONES

Con la finalidad de prevenir los riesgos causados por el mal manejo de los residuos biológicos-infecciones generados principalmente en las clínicas y centros de salud, y una vez analizada la información anteriormente descrita, se recomienda llevar a cabo las siguientes medidas de seguridad:

- 1.- Separar los residuos sólidos de los residuos peligrosos, para su eliminación.
- 2.- Clasificar los diferentes tipos de residuos biológicos infecciosos en recipientes adecuados.
- 3.- Administrar la recolección de los residuos biológicos infecciosos, en diferentes recipientes y en vehículos adecuados, para su transportación a sitios de disposición final.
- 4.- Señalar y clasificar los residuos biológicos infecciosos para no tener ningún riesgo.
- 5.- Clasificar los residuos biológicos infecciosos que sean dañinos a la salud como son los de (CRETIB) en clínicas, veterinarias y hospitalarios.
- 6.- Los residuos B-I deben ponerse en bolsas apropiados para ellos, que tengan las características y que se coloquen en bolsas rojas.
- 7.- Reparar o remplazar el equipo de protección personal cada vez que sea necesario para mantenerlo en buenas condiciones.
- 8.- los residuos B-I deberán almacenar en contenedores con tapa y permanecer cerrados todo el tiempo, como son los corto-punzantes.
- 9.- usar el equipo de protección personal adecuadamente y seguir los métodos de manejo que le sean indicadas.

5 CONCLUSIONES

Luego de realizar esta investigación y, analizando toda la información que se logró recabar, se puede llegar a ver que tanto la contaminación de los residuos biológicos infecciosos puede causar al medio ambiente. Se basa en la actualidad el problema ocasionado por esta grave contaminación, afecta directamente nuestra salud.

En el manejo de residuos biológicos infecciosos por parte de los involucrados en este proceso aumenta el riesgo para las personas en general. Tanto los peligros que puede causar los residuos biológicos infecciosos, puede causar grandes enfermedades cuando está presente o expuestos en un ambiente propicio a producir enfermedades seberas como son VIH, HEPATITIS B, HEPATITIS C y entre otras.

Tanto el control de los residuos biológicos infecciosos está el manejo de los residuos hospitalarios. Los residuos biológicos infecciosos pueden representar un gran riesgo a la salud para la población afuera y dentro de las instituciones ya se en hospitales y clínicas privadas, por lo que es necesario aprender sobre el manejo adecuado de los mismos. Se trata de disminuir los riesgos para el personal y como el medio ambiente, ayudar a tener un medio ambiente saludable y libre de riesgos a la población general.

6 Bibliografía

Anca B, D. L., P, Lisa M. B, Min X and M. S. 2014."Two-Year Follow-up of the Collision Auto Repair Safety Study (CARSS)."

Aghapour, P. N., R. Nouri, J. Monavari, M. Yaghmaeian, K (2013). "Analysis of the health and environmental status of sterilizers in hospital waste management: a case study of hospitals in Tehran."

Arcos, G.P.L. y Bances, A.D., 1994.La gestión de los residuos sanitarios. Segunda edición.

Castells, X.E. y Cols., 2012. Tecnologías aplicables al tratamiento de residuos.

Cabildo, M.M.P., 2010. Reciclado y tratamiento de residuos. UNED

Campos, P.M.Y., 2012. Riesgos a la salud en trabajadores del servicio de urgencias por manipulación de residuos peligrosos biológicos infecciosos, tesis

Campos, G.I., 2000. Saneamiento ambiental. Primera edición

Concha, G.J., 2003.Beneficios y costos de políticas públicas ambientales en la gestión de residuos sólidos: chile y países seleccionados.

CICEANA, 2000. Generación de residuos peligrosos.

Cortina, N.C., 1999. Minimización manejo ambiental de los residuos sólidos, INE.

Cortinas, N.C. y Vega, G.S., ISBN 968-838-229-9.Los residuos peligrosos en el mundo y en México. SEDESOL

Gavilán, G.I, 2012. Guía técnica de acción para residuos biológicos.

González, M.L.J. y Montelongo, B.I., 2015. La responsabilidad por la generación, manejo y disposición de residuo biológico-infecciosos

Gutiérrez, A.V.J., 2006. Diagnostico básico para la gestión integral de residuos. Primera edición. INE

Hernández, A. y Luna M.P., 1980. Cabinas de Seguridad Biológica. INSHT

Kiely, G., 2003. Ingeniería ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. McGraw Hill

http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/08_residuos/cap8_2.html

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>

Jiménez, C.B.E., 2005. La contaminación ambiental en México, causas, efectos y tecnología apropiada. Instituto de Ingeniería UNAM

J. Glynn Henry y Gary W. Hinke, 1999. Ingeniería ambiental. Segunda edición.

LGPGIR, 2007. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

LGPGIR, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México.

López, F. F.J., 1998. Guía de higiene y prevención de la infección hospitalaria.

Manahan S. E., 2007. Introducción a la química ambiental. UNAM,

Mackenzie L. Davis, Susan J. Masten, 2004. Ingeniería y ciencias ambientales. McGraw Hill.

María E. A. and Georgiana F. V. Procesos biológicos para la estabilización de residuos líquidos tóxicos. CNPD, 1993

Menéndez, D.F., 2009. Higiene Industrial-Manual para la formación del especialista. Décima edición

Mendoza, G.M., 2011. Gestión integral de residuos peligrosos biológicos infecciosos en laboratorios de una escuela oficial de medicina. TESIS

Nemerow, N.L. y Basqueta, A., 1991. Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Ingeniería Medioambiental

Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.

ONUDI., 2007. Guía para la Gestión del residuo sólido urbano.

PPGIR, 2012. Programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos.

PEPGIR, 2012. Propuesta de programa para la prevención y gestión integral de residuos sólidos del estado de Jalisco.

RMRSUAP,2008. Reglamento de manejo de residuos sólidos urbanos y aseo público para el municipio de Ensenada, Baja California.

Profepa, 2014. Control de residuos peligrosos.

Ramírez, P. S.P., ISBN: 978-92533-75-6. Restauración en servicios hospitalarios. Editorial vértice.

Silva, G.M.C., 2006. Técnico especialista en laboratorio. Primera edición.

Solís, S.L.M. y López, A.J.A., 2003. Principios básicos de contaminación ambiental. Primera edición.

Sprecher, A. G., A. C, et al. (2015). "Personal Protective Equipment for Filo virus Epidemics: A Call for Better Evidence.

Vidal, E. y López, J.F., 2009. Impacto ambiental una herramienta para el desarrollo sustentable. AGT Editor, S.A. Primera edición

USON, 2015. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/8832/Capitulo3.pdf>tesis.

Yilmaz, O., Can Z. S Toroz, I. Dogan, O. Oncel, S. Alp, E. Dilek, F. B. Karanfil, T. Yetis, U. 2014. Use of theoretical waste inventories in planning and monitoring of hazardous waste management systems.

Zaccariello, L. C., R. and Mastellone, M. L. 2015. "Evaluation of municipal solid waste management performance by material flow analysis: Theoretical approach and case study."