

**PROPUESTA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS  
PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS GENERADOS EN EL  
CENTRO MÉDICO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO  
DE MORELOS**

**T E S I N A  
PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD EN  
GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

**P R E S E N T A:  
ANALIT BRITO CRISTÓBAL**

**DIRECTOR: M. EN C. ENRIQUE SÁNCHEZ SALINAS**

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para realizar los estudios de la Especialidad en Gestión Integral de Residuos.

Agradezco profundamente a todas las personas involucradas en el desarrollo de esta tesis, al M. Enrique Sánchez Salinas, Dra. Mariana Romero Aguilar, Dra. Patricia Mussali Galante, Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís, Dra. Ma. Laura Ortiz Hernández y Biol. Martha Esther Salazar Carpanta.

Al Centro Médico de la UAEM por abrirme sus puertas y darme la confianza de realizar la estancia, sin ello, hubiera sido imposible cumplir con el propósito del trabajo.

A mi familia.

Gracias infinitas a todos.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>3</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	4
3.1	Generalidades de los residuos.....	4
3.2	Clasificación de los residuos en México.....	4
3.3	Definiciones de residuos .....	5
3.4	Tipos de generadores.....	6
3.5	Clasificación y generalidades de los residuos peligrosos.....	7
3.6	Establecimientos generadores .....	12
3.7	Efectos a la salud humana de Residuos Peligrosos Biológico-infecciosos (RPBI). 13	
3.8	Manejo y gestión de los residuos peligrosos biológico-infecciosos. ....	15
<b>4</b>	<b>MARCO JURÍDICO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS</b> .....	22
4.1	Marco Internacional: .....	22
4.1.1	Agenda XXI, capítulo 20 (Agenda-21).....	22
4.1.2	Convención de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. ....	23
4.1.3	Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza 1983 (Convenio de la Paz). ....	24
4.1.4	Programa de Montevideo para el Desarrollo y Examen Periódico del Derecho Ambiental, (1981). ....	24
4.2	Marco Nacional.....	25
4.2.1	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos .....	25
4.2.2	Plan Nacional de desarrollo.....	25
4.2.3	Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos (2009-2012).....	25
4.2.4	Ley General del Equilibrio Ecológico y Medio Ambiente (LGEEPA).....	26
4.2.5	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 26	
4.2.6	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	27
4.2.7	Ley General de los Residuos Sólidos para el Estado de Morelos .....	27
4.3	Normas Oficiales Mexicanas (NOM'S) .....	28
<b>5</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	29

<b>6</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	30
6.1	Objetivos particulares .....	30
<b>7</b>	<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	31
<b>8</b>	<b>ESTRATEGÍA METODOLOGICA</b> .....	32
8.1	Diagnóstico de los Residuos Biológico Infecciosos .....	32
8.1.1	Recopilación de información .....	33
8.2	Percepción de conocimientos sobre los RPBI .....	33
8.2.1	Correlaciones.....	34
8.3	Bases de un plan de gestión integral de RPBI .....	35
8.4	Propuesta de Gestión Integral .....	35
<b>9</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
9.1	Diagnóstico básico.....	36
9.2	Percepción de conocimientos.....	46
<b>10</b>	<b>BASES PARA UN PLAN DE GESTIÓN DE RPBI</b> .....	49
10.1	PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MANEJO.....	54
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	61
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	62
12.1	ANEXO 1.....	64
12.2	Mapa de ubicación del centro médico.....	64
<b>13</b>	<b>ANEXO 2</b> .....	65
13.1	Manual de procedimientos .....	65
<b>14</b>	<b>ANEXO 3</b> .....	67
14.1	Diagrama de manejo integral de RPBI .....	67
<b>15</b>	<b>ANEXO 4</b> .....	68
15.1	Encuesta aplicada para la percepción de conocimientos para el personal del centro médico.....	68
<b>16</b>	<b>ANEXO 5</b> .....	70
16.1	Correlación por sexo .....	70
<b>17</b>	<b>ANEXO 6</b> .....	71
17.1	Correlación por edad .....	71
<b>18</b>	<b>ANEXO 7</b> .....	72
18.1	Correlación pon nivel de escolaridad.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Establecimientos generadores de Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI) .....	13
Tabla 2. Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos.....	28
Tabla 3. Servicios de atención primaria del Centro Médico Universitario .....	38
Tabla 4. Cumplimiento con los contenedores para el envasado de los residuos. ....	42
Tabla 5. Personal encuestado y años laborados .....	47
Tabla 6 Equipo de protección personal para el manejo de RPBI .....	56
Tabla 7. Identificación de tipo de residuos .....	57
Tabla 8. Contenedores para los diferentes tipos de RPBI. ....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formas de propagación de enfermedades por contacto con RPBI .....	14
Figura 2. Esquema general de la estrategia metodológica. ....	32
Figura 3. Contenedor para RSU en el área de enfermería del Centro Médico Universitario.....	39
Figura 4. Autoclave para el tratamiento interno de los RPBI del Centro Médico Universitario.....	40
Figura 5. Contenedor para punzocortantes en el área de enfermería del Centro Médico Universitario .....	41
Figura 6. Almacén temporal y contenedores para los RPBI del Centro Médico Universitario.....	45
Figura 7. Generación de RPBI en el período 2001-2016.....	46
Figura 8. Bases para un Plan de Gestión de RPBI.....	49
Figura 9. Acciones para la gestión de RPBI .....	52
Figura 10. Estrategia de manejo de RPBI .....	54

## 1 RESUMEN

Los residuos en general representan una importante problemática a nivel mundial, principalmente debido a las cantidades generadas, sus características e impactos. De manera particular, los establecimientos hospitalarios, instituciones de investigación y otros relacionados con el sector salud generan residuos denominados por la legislación como peligrosos que incluyen a los biológicos infecciosos.

Un inadecuado manejo de los residuos hospitalarios puede causar impactos negativos hacia las personas relacionadas con este sector y quienes pueden estar expuestos a la inadecuada disposición. Además, si no se lleva la gestión integral de los mismos, puede causar impactos negativos al ambiente.

El presente trabajo busca plantear una estrategia para llevar a cabo un diagnóstico de generación de los residuos de un área de atención médica, ubicada en una institución de educación superior, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, esto con el objeto de identificar el estado actual del manejo y recolección de los residuos peligrosos y biológicos infecciosos generados por las diferentes actividades y señalar las áreas de oportunidad más importantes que representen un riesgo, así como determinar el nivel de conocimiento del personal involucrado para establecer las bases de un plan de gestión integral de RPBI de acuerdo a la generación de los residuos biológico-infecciosos del Centro Médico Universitario, tomando en cuenta la legislación ambiental vigente.

## 2 INTRODUCCIÓN

La generación de residuos es un reflejo del estilo de vida de un determinado grupo social. El desarrollo tecnológico y económico a nivel mundial han sido determinantes de las actividades humanas y el modo como interactúa con el ambiente.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2014), señala en el Reporte Mexicano de Cambio Climático que en el período 2004 - 2014 se generaron en el país cerca de 2.2 millones de toneladas de RP, ejemplo de ello son los aceites gastados, breas, sólidos, solventes y biológico-infecciosos por mencionar algunos. Por categoría de generador, éstos RP corresponden a 12,492 toneladas por microgeneradores, 92,585 toneladas por pequeños generadores y 2,076,931 toneladas para grandes generadores (Ortíz Hernández et.al, 2015)

Los residuos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos como hospitales, clínicas, veterinarias o centros de investigación son potencialmente peligrosos, ya que poseen un alta patogenicidad o capacidad de causar enfermedades (Babanyara, 2013).

Se estima que un 85% de los residuos generados por las actividades de atención sanitaria se consideran como residuos sólidos exentos de peligro, mientras que el 15% restante es material peligroso que puede ser infeccioso, tóxico o radiactivo; así mismo, contienen microorganismos que pueden ser patógenos o capaces de infectar a los pacientes, al personal sanitario y a la población en general (Yves et.al, 2014).

Existen varios métodos de tratamiento para minimizar la peligrosidad de los residuos biológicos, ejemplo de ello es la incineración, mismas que en su proceso libera dioxinas y mercurio que afectan al ambiente y a poblaciones aledañas (Babanyara, 2013).

Se calcula que las instituciones de salud en los Estados Unidos de América, generan anualmente cuatro millones de residuos biomédicos; de los cuales ochocientos mil de ellos, son residuos infecciosos. En este país, la corriente de residuos peligrosos presentes en los residuos provenientes de hospitales, varía entre el 5 y el 10% (Sánchez y Gándara, 2011). Estudios realizados en el período de 1990 - 99 en Chile, señalaron que los residuos hospitalarios correspondían a 29,330 toneladas/año de las cuales 80% se concentraba en la región Metropolitana. (Neveu & Matus, 2007).

En México, en el período 2004-2011, del volumen total de residuos peligrosos generados, solo el 7.6% correspondía a residuos biológico infecciosos, lo que equivale a 145,410 toneladas. El 89% de los residuos producidos se concentra en Chihuahua, Nuevo León, Guanajuato y en las entidades federativas que integran la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Los residuos biológicos infecciosos (RPBI) generados están constituidos por 57.7% de no anatómicos, seguido de los patológicos (20.5%), los objetos punzocortantes (14.7%), la sangre (3.9%), cepas y cultivos con (3.2%) (INECC-SEMARNAT, 2012). La incineración como opción de tratamiento de los RPBI se desarrolla desde 1996, a nivel nacional seis empresas con una capacidad instalada de 19,568 toneladas realizan este proceso (INECC-SEMARNAT, 2012).

Por otro lado, de acuerdo al Instituto Mexicano para la Competitividad Estatal de México, en el Estado de Morelos se generaron en el año 2006 30,489 ton/año de residuos peligrosos por cada millón de habitantes, por lo que para ese año se produjeron 49,841.3 toneladas de residuos peligrosos en total. Si consideramos este mismo índice actualmente habría una generación estimada de 51,064.5 ton/año de RP (PEPGIR, 2010).

En cuanto a RPBI en el estado de Morelos, comparando el volumen de generación reportado al Padrón de Generación en el período 2004-2011, hay una generación de 301-600 ton/año (INECC-SEMARNAT, 2012).

### 3 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Generalidades de los residuos

La aparición del *Homo erectus*, hace 1.9 millones de años, constituye el momento histórico a partir del cual se estableció una relación hombre-naturaleza de tipo activa y dominante, la cual desplazó la relación pasiva y observante (Retamoso, 2007) A través del tiempo y con el avance tecnológico ésta relación se hizo más compleja, la agricultura, la ganadería, el sedentarismo, el establecimiento de los primeros asentamientos humanos y la apropiación de recursos para satisfacer sus necesidades produjeron una mayor cantidad y diversidad de residuos. Con la revolución industrial, la revolución verde y la explosión demográfica iniciaron una nueva etapa que desencadenó la actual crisis ambiental (Sánchez-Salinas *et al.*, 2014).

La problemática ambiental contemporánea está relacionada con la generación de residuos de diferente naturaleza, es decir sólidos, líquidos y gaseosos. Los residuos se generan principalmente en las zonas urbanas donde se concentra la mayor cantidad de habitantes a nivel global y constituye un problema que debe abordarse de manera transdisciplinar.

#### 3.2 Clasificación de los residuos en México

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2015), clasifica a los residuos como:

- ❖ Residuos sólidos Urbanos
- ❖ Residuos de Manejo Espacial
- ❖ Residuos peligrosos

Dicha Ley describe a cada uno de éstos en el título primero, capítulo único, artículo 5, de la forma siguiente:

- **Residuos Sólidos Urbanos:** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.
- **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.
- **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confiera peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

### 3.3 Definiciones de residuos

El primer elemento en el que se sustenta la gestión de los residuos peligrosos, es justamente su definición, pues en ella se determina el tamaño del universo de residuos sujetos a regulación y control basándose en su peligrosidad.

El Banco Mundial promovió la elaboración de un concepto de residuo tomando en cuenta todos los aspectos importantes para evitar riesgos a la salud y al ambiente, con base a estos antecedentes, se optó por definir a los residuos como: “todo objeto que puede movilizarse, que no tiene un sitio directo y que es descartado permanentemente”.

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2015) define a un residuo como: “cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó”.

En contraste, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2015), lo considera como: “material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado”.

### 3.4 Tipos de generadores

De acuerdo a la (LGPGIR, 2015) se define a un generador como: “toda persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo”.

Esta misma ley menciona que los tipos de generadores de residuos son:

- **Microgenerador:** Establecimiento industrial, comercial o de servicios que generen una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

- **Pequeño generador:** persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso de residuos al año o se equivalente en otra unidad de medida.
- **Gran generador:** persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en la LGPGIR y su reglamento, así como las Normas Oficiales Mexicanas, además están obligados a registrarse ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), elaborar y someter a consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, en el cual se incluya la elaboración de un informe anual sobre la generación y modalidades de manejo.

Los pequeños generadores, deben estar registrados ante la SEMARNAT y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos, así como el registro de los casos en los que se transfieran estos residuos para insumo o materia prima dentro de sus procesos indicando volumen y cantidad.

Los microgeneradores, están obligados a registrarse ante las autoridades competentes según corresponda, sujetar a planes de manejo, así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados.

### 3.5 Clasificación y generalidades de los residuos peligrosos.

Desde la perspectiva de la ingeniería de diseño y operación de instalaciones para el reciclaje, tratamiento y disposición de los residuos, de acuerdo a (SEMARNAT, 2012) con la Guía para el Transporte de Residuos Peligrosos, se ha considerado útil

recurrir a clasificaciones que permitan distinguir a éstos, de acuerdo con criterios tales como:

- La forma o fase en la que se encuentran (por ejemplo, sólida, líquida o gaseosa).
- Su carácter orgánico o inorgánico.
- Su categoría química (por ejemplo, disolventes, aceites lubricantes o metales pesados).
- Sus componentes peligrosos que incidan en su tratamiento (por ejemplo presencia de cromo hexavalente).
- Dentro de las clasificaciones internacionales de residuos peligroso se incluyen a los residuos aislados, mezclados o en solución; a los sólidos, líquidos o lodos generados como subproductos de procesos; y a los aceites gastados resultantes de la limpieza de maquinaria e instalaciones.

Para ser más precisos, son aquellos materiales o productos que posean alguna de las características CRETIB, tal acrónimo se explica:

- ❖ **Corrosivo:** cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades.
  - Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5, de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
  - Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
  - Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6,35 milímetros o más por año a una temperatura de 328 K (55 °C).

- ❖ **Reactivo:** Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades.
  - Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición.
  - Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo de residuo por hora.
  - Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor.
  - Posee con su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por Kg de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por Kg de residuo.
  
- ❖ **Explosivo:** cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o con presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.
  
- ❖ **Tóxico:** en la clasificación descrita en la NOM-053-SEMARNAT-1993 contiene un listado de tóxicos en la tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, en una concentración mayor a los límites ahí señalados. Dentro de la clasificación de la misma establece tres categorías de toxicidad (propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provoca efectos adversos en la salud o en los ecosistemas) las cuales se enlistan a continuación:
  - Toxicidad ambiental: la característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.

- Toxicidad aguda: el grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo.
  - Toxicidad crónica: Es la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos.
- ❖ **Inflamable:** Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades:
- Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5 °C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.
  - No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C.
  - Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101,3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos el 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad.
  - Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.
- ❖ **Biológico-infeccioso (RPBI):** Son aquellos generados durante la atención médica que contengan agentes bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección, o toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos.

Adicionalmente la NOM-87-ECOL-SSA1-2002, define a un agente biológico-infeccioso como cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada.

Los RPBI se clasifican tomando en consideración las definiciones contenidas en la LGEEPA, su reglamento en materia de residuos peligrosos, la Ley General de Salud y sus reglamentos, de acuerdo a la siguiente lista:

### **La sangre**

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

### **Los cultivos y cepas de agentes biológico-infeccioso**

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

### **Los patológicos**

- Los tejidos, órganos y partes que extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentre 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 enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.

### **Los residuos no anatómicos**

- Los recipientes desechables que contengan sangre líquida.
- Materiales de curación, empapados, saturados o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido Céfaló-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.
- Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.

### **Los 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 catéteres excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

### 3.6 Establecimientos generadores

Para efectos de la NOM-87-ECOL-SSA1-2002 los establecimientos generadores de RPBI se clasifican con base en las características de las unidades hospitalarias (tabla 1).

Tabla 1. Establecimientos generadores de Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI)

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
Unidades hospitalarias de 1 a 5 camas e instituciones de investigación con excepción de los señalados en el Nivel III.	Unidades hospitalarias de 6 hasta 60 camas;	Unidades hospitalarias de más de 60 camas;
Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 1 a 50 muestras al día. Unidades hospitalarias psiquiátricas.	Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 51 a 200 muestras al día;	Centros de producción e investigación experimental en enfermedades infecciosas;
Centros de toma de muestras para análisis clínicos.	Bioterios que se dediquen a la investigación con agentes biológico-infecciosos;	Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis a más de 200 muestras al día.
	Establecimientos que generen de 25 a 100 kilogramos al mes de RPBI.	Establecimientos que generen más de 100 kilogramos al mes de RPBI.

Cabe aclarar que los establecimientos cuya generación mensual sea menor a 25 kilogramos, deben considerarse dentro del nivel I, el cual deberá aplicarse la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 a todos los generadores sin importar la cantidad de residuos generados. Es por ello que se da importancia a la clasificación de los generadores para determinar el plazo máximo que tienen los establecimientos para el almacenamiento temporal de los RPBI.

### 3.7 Efectos a la salud humana de Residuos Peligrosos Biológico-infecciosos (RPBI)

La NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 define a un agente biológico infeccioso como cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades, siempre y cuando reúna las condiciones señaladas en la figura 1. Entonces un residuo es considerado como RPBI.

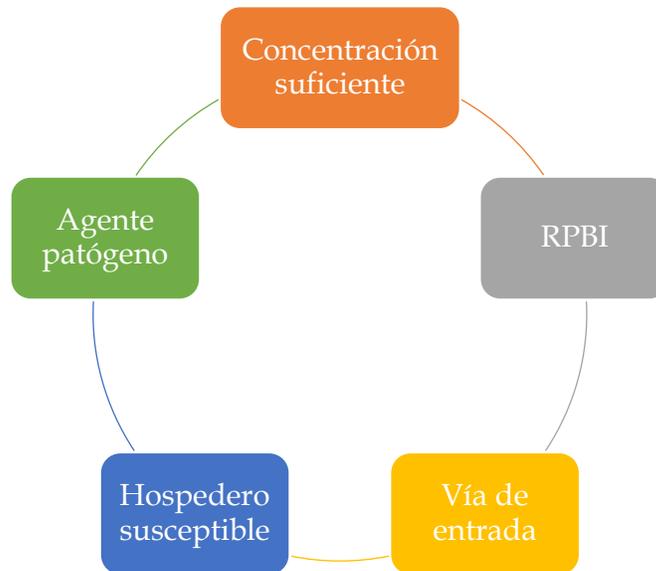


Figura 1. Formas de propagación de enfermedades por contacto con RPBI

Las enfermedades infecciosas se propagan debido a la interacción entre agentes infecciosos patógenos y los individuos susceptibles.

Las etapas de un proceso infeccioso son:

1. Introducción del agente patógeno al organismo.
2. Aprovechamiento del metabolismo de los tejidos del organismo por el agente infeccioso.
3. Resistencia del agente patógeno a los sistemas de defensa del organismo.
4. Producción de daño al organismo afectado.

El resultado del proceso infeccioso depende, por tanto, de:

- La virulencia del agente patógeno.
- El número de agentes patógenos.
- La vía de entrada al organismo.
- La susceptibilidad del organismo.

La virulencia de un agente infeccioso está determinada por su patogenicidad, por el nivel de toxicidad de las sustancias que produce en el organismo y por su capacidad de penetración. Sin embargo, a estas características hay que añadir los factores ambientales favorables al agente infeccioso. Las condiciones para la propagación de una infección se dan, por ejemplo, cuando un agente no es muy virulento pero se reproduce fácilmente y tiene altas oportunidades para entrar en contacto con los individuos.

### 3.8 Manejo y gestión de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

Conocer los tipos y cantidades de residuos generados en un centro de salud, es un paso importante para el manejo seguro de los mismos. Los datos de generación se utilizan para estimar la capacidad requerida en cuanto a contenedores, áreas de almacenamiento, transporte y tecnologías de tratamiento, así como especificaciones de adquisiciones, planificación, presupuestos, cálculo de reciclaje, optimización de sistemas de gestión de residuos y evaluaciones de impacto ambiental (Chartier et.al, 2014).

Es importante destacar que la principal autoridad ambiental responsable de la gestión de éste tipo de residuos es la de nivel federal, es decir la (SEMARNAT).

De acuerdo a la LGPGIR, se comprende como manejo, el conjunto de operaciones que incluyen la identificación, separación, envasado, almacenamiento, acopio, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

Los generadores y prestadores de servicios, además de cumplir con las disposiciones legales deben cumplir con las disposiciones correspondientes a las siguientes fases de manejo:

- Gestión integral de residuos

De acuerdo a la LGPGIR se considera como el conjunto articulado de interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de los residuos desde su generación hasta su disposición final.

- Acciones administrativas

Los generadores deben registrarse ante la SEMARNAT, llevar registros y reportes cada determinado tiempo de los residuos peligrosos biológicos infecciosos que generan mediante bitácoras, llevar a cabo un plan de manejo si se requiere. Así también los prestadores de servicios requieren autorización de la SEMARNAT para llevar a cabo las actividades de manejo, recolección, transporte y acopio, algún tipo de tratamiento que se necesite o incineración, con sus respectivos reportes y manifiestos.

- Acciones operativas

Corresponde al manejo que se lleva a cabo dentro del área de generación, considerando la identificación, envasado, almacenamiento temporal y tratamiento interno. En cuanto al manejo externo son las actividades realizadas por el generador y el prestador de servicios fuera del área de generación y comprende el área de almacenamiento, recolección, transporte, acopio, tratamiento y disposición final.

- 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. Durante el envasado, estos residuos no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o peligrosos. 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 y deberán estar marcados con el símbolo universal de riesgo biológico y la leyenda de Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos. Las bolsas se llenarán al 80 por ciento (80%) de capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal y no podrán ser abiertas o vaciadas.

Los recipientes de los residuos punzocortantes deberán ser rígidos, de polipropileno color rojo, con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, que permitan verificar el volumen ocupado en el mismo, resistentes a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructibles por métodos físicos, 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 BIOLOGICO-INFECIOSOS" y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Apéndice Normativo).

a) La resistencia mínima de penetración para los recipientes tanto para punzocortantes como para líquidos, debe ser de 12.5 N (doce punto cinco Newtons) en todas sus partes y será determinada por la medición de la fuerza requerida para penetrar los lados y la base con una aguja hipodérmica calibre 21 x 32 mm mediante calibrador de fuerza o tensiómetro.

b) Los recipientes para los residuos peligrosos punzocortantes y líquidos se llenarán hasta el 80% (ochenta por ciento) de su capacidad, asegurándose los dispositivos de cierre y no deberán ser abiertos o vaciados.

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 BIOLOGICOINFECIOSOS" y marcados con el símbolo universal de riesgo.

- Almacenamiento

Se deberá destinar un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico-infecciosos. Los residuos peligrosos biológico-infecciosos envasados deberán almacenarse en contenedores metálicos o de plástico con tapa y ser rotulados con el símbolo universal de riesgo biológico, con la leyenda "RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECIOSOS".

El periodo de almacenamiento temporal estará sujeto al tipo de establecimiento generador, como sigue:

- (a) Nivel I: Máximo 30 días.
- (b) Nivel II: Máximo 15 días.
- (c) Nivel III: Máximo 7 días.

- Recolección y transporte externo

La recolección y el transporte de los residuos peligrosos biológico-infecciosos referidos en esta Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en los ordenamientos jurídicos aplicables y cumplir con lo siguiente:

- a) Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado.
- b) Los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deben estar compactados durante su recolección y transporte.
- c) Los contenedores deben ser desinfectados y lavado después de cada ciclo de recolección.
- d) Los vehículos recolectores de deben ser de caja cerrada y hermética, contar con sistemas de captación de escurrimientos y operar con sistemas de enfriamiento para mantener los residuos a una temperatura máxima de 4 °C.

Los vehículos con capacidad de carga útil de 1,000 kg o más deben operara con sistemas mecanizados de carga y descarga.

- e) Durante el transporte, los residuos no deben de ir mezclados con otros municipales o de origen industrial.

#### ❖ Tratamiento

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. La operación de sistemas de tratamiento que apliquen tanto a establecimientos generadores como prestadores de servicios dentro o fuera de la instalación del generador, requieren autorización previa de la SEMARNAT, sin perjuicio de los procedimientos que competan a la Secretaría de Salud (SSA) de conformidad con las disposiciones aplicables en la materia. Los residuos patológicos deben ser incinerados o inhumados, excepto aquellos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y los que se mencionan en el inciso 4.3.2 de esta norma. En caso de ser inhumado debe realizarse en sitios autorizados por la SSA.

#### ❖ Tratamiento interno

Los residuos que se generan en los centros de salud del país incluyen tanto residuos comunes como residuos peligrosos biológico-infecciosos. De acuerdo a la norma vigente, ambos deben ser almacenados dentro de los establecimientos en que se generan. Los RPBI serán tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final.

## ❖ Tratamiento externo

Se efectúa fuera del establecimiento generador, mediante prestadores de servicios autorizados o del mismo generador. Estos métodos pueden ser de acuerdo a la Guía de Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

- **Incineración:**  
Se define como la 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. La ventaja significativa es reducir el volumen de los residuos, además de que se puede obtener energía.
- **Desinfección química:**  
Trata de la destrucción de agentes biológicos infecciosos a excepción de las esporas de hongos y bacterias que suelen ser resistentes a este método, mediante la aplicación de sustancias químicas que actúan sobre la vida o desarrollo de los agentes biológico infecciosos.
- **Microondas:** tratamiento en el que se aplica radiación electromagnética de corta longitud de onda a una frecuencia característica. El implica una trituración, desmenuzamiento y humedecimiento de los residuos previo al tratamiento, a fin de mejorar la eficacia del mismo, donde cada partícula se expone a una serie de generadores de microondas convencionales que producen la desinfección.
- **Esterilización:** tratamiento para la destrucción de los agentes biológicos infecciosos sean cuales sean sus características, sean o no patógenos que estén sobre o fuera del material.
- **Calor húmedo:** se lleva a cabo mediante la utilización de vapor ya que por sí solo no se esteriliza y requiere someterlo a una presión mayor que la

atmosférica que aumente la temperatura en un tiempo determinado en cual se destruye todos los agentes biológico infecciosos y los parámetros de esterilización dependerán de las características y condiciones de los equipos utilizados.

Para la aplicación de los métodos antes mencionados, se deben tomar en cuenta la legislación aplicable, además de contar con la autorización ante las dependencias competentes.

#### ❖ Disposición final

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos tratados e irreconocibles, podrán disponerse como residuos no peligrosos en sitios autorizados por las autoridades competentes. Los establecimientos generadores y prestadores de servicios deberán contar con un programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de los residuos.

#### ❖ Prevención y control

Se refiere al monitoreo por parte de las autoridades competentes para verificar el cumplimiento de las normas aplicables para la prevención y control de la contaminación ambiental y sanitaria de los RPBI.

#### ❖ Relleno sanitario

Como sitio de disposición final de los residuos se opta por los rellenos sanitarios que es un método de ingeniería para la disposición de residuos, los cuales se depositan, esparcen y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra, al término de la operación del día (Gándara, 2011).

#### ❖ Fosas

Las fosas se recomiendan cuando la unidad de generación se encuentra en una zona rural, principalmente los objetos punzocortantes y/o patológicos una vez que hayan sido envasados. Se trata de una excavación en una zona donde no haya contacto con seres humanos, agua, flora o fauna para evitar la contaminación de los mismos en donde se depositan dichos residuos para su confinamiento permanente.

## 4 MARCO JURÍDICO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

Debido a la falta de información para determinar las necesidades y particularidades de los residuos peligrosos generados, la concepción misma de las disposiciones legales en que se sustentó la gestión de éstos residuos estuvo relacionada con ésta situación (Cristina Cortinas de Nava & Mosler García, 2002). Las medidas internacionales iniciaron en 1989 con la firma de la convención de Basilea, en la cual se establecen controles a los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su respectiva eliminación (Rodríguez & Medaglia, 2006).

El marco jurídico actual en materia de residuos peligrosos en México es amplio pero aún no se toman en cuenta puntos importantes, se da el instructivo para su manejo pero no la instrumentación que muchas veces la población asociada no cuenta y es uno de los motivos principales de que ocurran inadecuadas prácticas de manejo.

La legislación en materia de residuos se ha establecido de la siguiente forma:

### 4.1 Marco Internacional:

#### 4.1.1 Agenda XXI, capítulo 20 (Agenda-21)

El capítulo 20 de la Agenda XXI, adoptada por la cumbre de la Tierra (1992), identificó las siguientes áreas relacionadas con la gestión ecológicamente racional de desechos peligrosos. Algunos de los objetivos claves del capítulo son:

- Prevención y minimización de desechos peligrosos mediante la promoción de métodos de producción más limpios, reciclamiento de materiales y mejoramiento del conocimiento.
- Fortalecimiento de las capacidades institucionales en la gestión de desechos peligrosos.
- Fortalecimiento de la cooperación internacional en la gestión de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.
- Prevención del tráfico internacional de desechos peligrosos, mediante el suministro de información y ayuda a los diferentes países, dentro del marco de la Convención de Basilea.

#### 4.1.2 Convención de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

El documento de la Convención de Basilea fue firmado en 1989 y entró en vigor en 1992. Su objetivo es proteger la salud humana y medio ambiente frente a los riesgos derivados de la generación, manejo y movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos. Los puntos principales referidos como obligaciones de las partes son:

- La generación de los desechos peligroso debe ser reducida al mínimo posible.
- El tratamiento o eliminación de los desechos peligrosos deberá realizarse tan cercano como sea posible a su fuente de generación.
- Los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos deberán reducirse a un mínimo compatible con un criterio de manejo ambientalmente racional y eficiente de esos desechos.

- El movimiento transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos deberá respaldarse con el intercambio previo de información entre los estados involucrados.

#### 4.1.3 Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza 1983 (Convenio de la Paz).

Este Convenio fue firmado en agosto de 1983 entre México y EEUU en la Paz, Baja California Sur, con objeto de proteger, mejorar y conservar el medio ambiente, acordar medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación del agua, aire y suelo en 100 Km a cada lado de la frontera. En 1991 fueron incluidos dos grupos más, los grupos de trabajo se refieren a los problemas que se identificaron a lo largo de la frontera, y dos de ellos son: Residuos Peligrosos (Grupo 3), y Prevención de Contingencias y Respuesta a Emergencias ambientales (Grupo 4).

#### 4.1.4 Programa de Montevideo para el Desarrollo y Examen Periódico del Derecho Ambiental, (1981).

En la 8ª Sesión del consejo de Administración del PNUMA se realizó una planeación del Programa de Derecho Ambiental. El documento prevé una secuencia de eventos dirigidos a realizar una Reunión de Expertos en Derecho Ambiental para la preparación y adopción del “Programa de Montevideo”. Siguiendo la secuencia establecida, la reunión de expertos oficiales de los gobiernos en derecho ambiental, se llevó a cabo en Montevideo en noviembre de 1981. La necesidad de abordar jurídicamente el manejo y la disposición o eliminación de los desechos y residuos peligrosos data de ésta fecha cuando fue incluida en el recién establecido “Programa de Montevideo para el Desarrollo del Derecho y la Revisión Periódica del Derecho Ambiental”.

## 4.2 Marco Nacional

### 4.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En el artículo 25, menciona que corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que ésta sea integral y sustentable. Mientras que el artículo 27, indica que corresponde a la nación el derecho de transmitir los dominios a los particulares la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro del territorio nacional. Para finalizar, el artículo 115 fracción III otorga a los municipios a su cargo las funciones y servicios públicos de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos, estas atribuciones pueden observarse tanto en las leyes federales, estatales en la materia (CPEUM, 2017).

### 4.2.2 Plan Nacional de desarrollo

En la estrategia 4.4.3, aclara que es importante ampliar coberturas y programas ambientales que garanticen la conservación de los recursos naturales y los ecosistemas, así como lograr un manejo integral de los residuos sólidos, de manejo especial y peligroso y aprovechar los materiales que resulten y minimice los riesgos al medio ambiente y a la población (PND, 2013-2018).

### 4.2.3 Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos (2009-2012).

Se basa fundamentalmente en los principios de reducción, reutilización y reciclado de los residuos, en un marco de sistemas de gestión integral, en los que se aplique la responsabilidad compartida y diferenciada entre los distintos sectores sociales y productivos, y entre las tres órdenes de gobierno con el fin de tener un país limpio y con un medio ambiente propicio.

#### 4.2.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y Medio Ambiente (LGEEPA)

Esta Ley se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

En cuanto a residuos peligrosos, en el capítulo VI, indica que estos materiales deben ser manejados conforme a ésta ley desde su generación hasta su disposición final.

En el artículo 151, aclara que el manejo y disposición final de éstos residuos corresponde a quien lo genera, así mismo, si hay reúso o reciclado de los mismos deben hacerlo del conocimiento de la secretaría y los establecimientos de confinación, se incluirán residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos a reúso, reciclamiento, destrucción térmico físico química y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.

#### 4.2.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Ésta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propicia el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los tanto de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En el artículo 41 aclara que los generadores y gestores de éste tipo de residuos deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada.

Para esto, el artículo 50, dice que se requiere la autorización de la secretaría para:

- I. La prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos;
- II. La utilización de residuos peligrosos en procesos productivos;
- III. El acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros;
- IV. La realización de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de residuos provenientes de terceros;
- V. La incineración de los residuos peligrosos;
- VI. El transporte de los residuos peligrosos.
- VII. El establecimiento de confinamientos dentro de las instalaciones

#### 4.2.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR, 2014).

#### 4.2.7 Ley General de los Residuos Sólidos para el Estado de Morelos

En el artículo I, menciona que tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano mediante la regulación, la generación, aprovechamiento y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los peligrosos de conformidad con lo que establece la LGPGIR.

Las medidas de emergencia que las autoridades apliquen en caso fortuito o fuerza mayor, tratándose de contaminación por residuos peligrosos y se considera de utilidad pública como lo indica en el artículo 4º.

### 4.3 Normas Oficiales Mexicanas (NOM'S)

El marco normativo en materia de residuos peligrosos se muestra en la tabla 2. Los RPBI son de competencia federal, por lo que el marco estatal no se toma en cuenta.

Tabla 2. Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos

NORMA	CONTENIDO
NOM-052- SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-053-ECOL-1993	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-ECOL-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.
NOM-055-ECOL-1993	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto los radiactivos.
NOM-087-SSA1-2002	Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-clasificación y especificaciones de manejo.
NOM-098-SEMARNAT-2002	Protección ambiental-incineración de residuos, especificaciones de operación y límite de emisión de contaminantes.
NOM-133-SEMARNAT-2000	Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPC's)-Especificaciones de manejo.
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

## 5 JUSTIFICACIÓN

La problemática asociada a la generación de los residuos peligrosos de tipo Biológico Infeccioso sigue incrementando de manera exorbitante, debido a que la población está creciendo a un ritmo acelerado, además la demanda de productos y servicios que se requieren para mantener el estilo de vida actual.

Uno de los servicios indispensables para el hombre es el de salud, con la asistencia en éstas unidades a las personas solicitantes se generan residuos, mismos que son considerados como peligrosos y la mayoría de ellos son peligrosos biológicos infecciosos, como lo indica sus características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, explosivo y biológico-infeccioso) conforme a la legislación correspondiente.

Las personas relacionadas con éstos centros de salud, tanto pacientes, médicos, enfermeras y personal de intendencia, corren el riesgo de contraer algunas infecciones o enfermedades que en algunos de los casos son mortales, debido al contacto constante con los mismos.

Los residuos peligrosos deben de ser manejados adecuadamente y se debe contar con un plan de gestión integral de los mismos, esto asegura la minimización de su generación y se evita que muchos de éstos vayan a disposición final dando paso a que gran parte sean tratados química o biológicamente, evitando causar accidentes dentro del área de trabajo. La opción de encapsulamiento de los residuos tiene como objeto acabar con los tiraderos clandestinos, tomando en cuenta su peligrosidad y la contaminación ambiental que provocan, además de los efectos a la salud humana.

El centro médico y cualquier establecimiento generador de residuos peligrosos biológico infecciosos deben de contar con un plan manejo integral de los residuos que genere, tomando en cuenta la legislación vigente.

## 6 OBJETIVOS

Proponer una estrategia de gestión integral de los RPBI generados en el Centro Médico de la UAEM.

### 6.1 Objetivos particulares

- Realizar un diagnóstico sobre la generación actual de los RPBI del Centro Médico Universitario.
- Determinar el grado de conocimiento sobre los RPBI del personal involucrado en su manejo.
- Establecer las bases de una estrategia de gestión integral de RPBI para el Centro Médico de la UAEM.

## 7 ÁREA DE ESTUDIO

El Centro Médico de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, se encuentra ubicado en la zona norte de Cuernavaca Morelos dentro del *Campus* Universitario (ver anexo 1), el cual está clasificado como una unidad de atención, la cual da servicio médico principalmente a la matrícula universitaria, trabajadores académicos y administrativos y en ocasiones a población externa que acuden en busca de servicio de éste tipo.

Está clasificado como de primer nivel, debido a que solo se hacen consultas médicas y toma de muestras, cuentan con 3 camas en el área de urgencias.

## 8 ESTRATEGÍA METODOLOGICA

El siguiente esquema general establece las etapas que permiten generar las bases para proponer una estrategia de gestión integral de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan el Centro Médico Universitarios de la UAEM, *Campus Chamilpa* (figura 2).

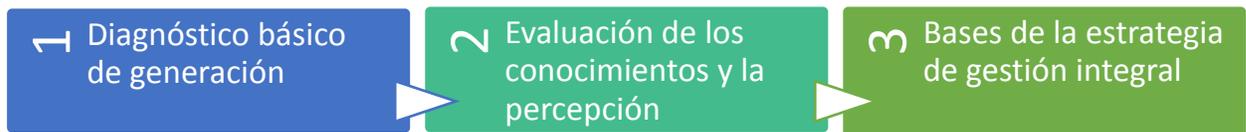


Figura 2. Esquema general de la estrategia metodológica.

### 8.1 Diagnóstico de los Residuos Biológico Infecciosos

Se llevó a cabo el diagnóstico a través de una visita al Centro Médico Universitario, guiada por el encargado de manejo, se identificaron los puntos principales de generación, así como las etapas críticas dentro del sistema.

En cuanto a la infraestructura, se identificará los tipos de contenedores para la disposición de todos los residuos que se generan, tanto peligrosos como sólidos urbanos.

Se observó el manejo que reciben los RPBI'S, así como el uso el equipo de protección personal, se verifico el tratamiento de los residuos para disminuir su peligrosidad y el cumplimiento de los requerimientos necesarios para la operación del almacén temporal.

### 8.1.1 Recopilación de información

Se realizó mediante la revisión de los manifiestos, de acuerdo al reglamento de la LGPGIR, misma que define este instrumento como “documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores así como los prestadores de servicios si se presenta el caso”.

Se solicitaron los archivos directamente con el responsable del centro médico, quien tiene la función de coordinar los turnos de los empleados, además de proveer insumos para realizar la atención médica a la población, así también con el encargado de laboratorio, médicos y enfermeras, quienes cuentan con la mayor información o conocimientos sobre los residuos generados por ser el área de mayor generación y el responsable del manejo de los residuos.

Los residuos iniciaron su registro a partir del año 2001, para los años 2013 y 2015 no hay registros de los residuos generados, no se sabe con certeza que sucedió con esos residuos, ya que el Centro Médico funciona los 365 días del año. Es importante resguardar los registros de todo lo que se genera, así como verificar el llenado de las bitácoras el cual puede servir como respaldo en caso de cualquier imprevisto que surja durante el manejo.

En cuanto a los manifiestos del presente año sigue en proceso la actualización de datos.

### 8.2 Percepción de conocimientos sobre los RPBI

Para realizar la evaluación sobre el nivel de conocimientos del personal del Centro Médico de la UAEM, se llevó a cabo una revisión bibliográfica que permitiera encontrar un instrumento en el que se evalúe el nivel de percepción y conocimientos

en materia de manejo de los residuos biológico-infecciosos y así utilizarlo en la presente investigación (Franco, 2017), aplicó un instrumento en el Hospital General Dr. Rodolfo Becerril de la Paz en Tetecala, Morelos México con un valor alfa de Cronbach de 0.9, el conjunto de *items* reúnen las características requeridas para el presente trabajo, por lo que se decidió tomar como base su cuestionario ya validado.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences o Statistical Products and Service Solutions) el cual es empleado para análisis de datos de percepción social (Salazar Carpanta, 2016).

### 8.2.1 Correlaciones

La correlación es la forma numérica en que la estadística evalúa y/o proporciona información sobre la relación de dos o más variables, es decir mide la dependencia (la dirección o sentido y la cercanía o fuerza) con respecto de otra variable independiente (Lahura, 2003). Para ello se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, este paramétrico permite la correlación o asociación entre dos o más variables cuando se trabaja con variables numéricas. Los valores de correlación van desde -1 hasta 1, siendo los valores extremos que indican mayor correlación entre variables y siendo 0 el punto que indica la no existencia de correlación. El signo positivo o negativo de coeficiente indica si la relación es directa (positivo) o inversa (negativo). Para la interpretación de los resultados de correlación de Pearson hay que considerar lo siguiente: si el coeficiente de correlación arrojado va de entre 0 y 0.2 entonces la correlación es mínima o espuria; si va entre 0.2 y 0.4, es una correlación baja; si va entre 0.4 y 0.6, entonces es una correlación moderada, ya entre 0.6 y 0.8 es una correlación buena; finalmente, entre 0.8 y 1 es una correlación muy buena. Esto mismo aplica con valores negativos (Lizama & Boccardo, 2014). Un valor del coeficiente de correlación estadísticamente significativo (\* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$ ) señala que existe una relación entre las variables que se puede explicar por algo más

que el azar. Además, conviene tener en cuenta que el coeficiente de correlación está relacionado con el tamaño de la muestra y cuanto mayor la muestra mayor es el coeficiente de correlación (Pedroza & Dicovskyi, 2006).

### 8.3 Bases de un plan de gestión integral de RPBI

De acuerdo a la LGPGIR y la guía de cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, se proporciona las bases para la aplicación del conjunto de acciones administrativas entre las que se encuentran la importancia del registro ante la SEMARNAT como generador de residuos, el registro de los mismos, así como las acciones operativas para un manejo integral adecuado que van desde la identificación hasta el funcionamiento del almacén temporal, contar con una empresa autorizada para la recolección de los RPBI y asegurar el tratamiento adecuado y/o disposición final.

### 8.4 Propuesta de Gestión Integral

Se toma en cuenta el marco normativo del manejo integral, en que se considera desde la generación, equipo de protección, identificación de los tipos de residuos y contenedores, ruta interna de recolección, transporte, almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y/o disposición que contribuyan a la disminución de impactos negativos al ambiente.

## 9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 9.1 Diagnóstico básico

El Centro Médico Universitario cuenta con diferentes áreas, de acuerdo a los registros que se tienen y los cambios que se han realizado hasta el momento está organizado como sigue:

- a) Jefatura
- b) Sala de usos múltiples
- c) Sala de recepción
- d) Cómputo
- e) Consultorios médicos
- f) Consultorios dentales
- g) Consultorios de psicología
- h) Laboratorios de análisis clínicos
- i) Área de esterilización
- j) Almacén
- k) Enfermería
- l) Urgencias
- m) Área de intendencia
- n) Área de paramédicos
- o) Área de baños para pacientes
- p) Baños para el personal

Cabe destacar que la generación de residuos biológico-infecciosos se presenta en los consultorios médicos, consultorios dentales, laboratorios de análisis clínicos, área de esterilización, enfermería y urgencias. A continuación se describen cada una de las áreas que lo conforman.

## Laboratorios

Después del recorrido, se identificaron las diferentes zonas para la toma de muestras y estudios de laboratorio requeridos por la población visitante, los servicios que brindan son: biometría hemática, fracción beta, prueba de embarazo, análisis en heces, pruebas de coagulación, proteína C reactiva, VDRL, Anticuerpos anti-VIH, factor reumatoide, determinación de glucosa, química sanguínea, reacciones febriles, antiestreptolisinas, colesterol y uroanálisis. Los estudios son variados y hay generación tanto de residuos sólidos municipales como de residuos biológico-infecciosos, los cuales deben ser identificados inmediatamente después del procedimiento, sitio y personal que lo generó para evitar la reclasificación de los mismos, disminuyendo los riesgos para el personal encargado de la recolección interna.

En la tabla 3 se presentan los servicios de atención primaria del Centro Médico Universitario en el periodo de marzo a diciembre de 2016. En los servicios de consulta de enfermería se realizaron un mayor número de procedimientos (75, 594), seguido de las consultas de medicina en general con 10,136 y de estudios de laboratorios, lo que indica que la generación es muy importante tanto de residuos sólidos y de RPBI. Por esto es importante contar con contenedores adecuados para el volumen generado y su adecuada disposición.

Existen casos donde la población requiere de estudios especializados que el Centro Médico no tiene la capacidad o no cuentan con la infraestructura requerida para realizarlos, por lo que se envían a otros laboratorios avanzados para su elaboración, obviamente éstos residuos resultantes no se generan en el Centro Médico, sino en el lugar donde se llevan a cabo dichos estudios.

Tabla 3. Servicios de atención primaria del Centro Médico Universitario

Servicios otorgados de atención primaria, período 2001- 2016											
Servicios	marzo	abril	mayo	junio	julio	ago	sept	oct	nov	dic	Total
Consulta de medicina general	233	1,719	1,461	1,120	426	927	1,414	1,221	1,187	425	10,136
Consulta de odontología general	29	165	168	285	10	165	105	50	107	62	1,146
Consulta de odontología de especialidad	15	111	86	120	3	120	60	64	73	31	683
Procedimientos de enfermería	1,787	13,228	11,562	8,019	2,650	6,885	10,953	9,055	9,426	2,029	75,594
Laboratorios	462	809	869	436	0	483	633	2,802	1,534	228	8,256
Urgencias	2	6	0	7	0	1	0	0	0	1	17

## Enfermería

Esta área de atención a los pacientes cuenta con tres camas donde se brindan servicios de atención primaria, como vacunas y planificación familiar, aquí se generan principalmente residuos punzocortantes.

Para los residuos municipales que en ésta área se generan, se disponen en un contenedor metálico (figura 3), se detectó la ausencia de rotulación de los contenedores, así como la usencia de un recipiente adecuado con tapa para contener los residuos sólidos urbanos, en el que se incluya una bolsa plástica de un color diferente al rojo o amarillo para la identificación de éstos residuos y no confundirlos como RPBI, se aclara que ésta visita se realizó durante el turno de la mañana.



Figura 3. Contenedor para RSU en el área de enfermería del Centro Médico Universitario

En ésta área de servicio se generan las torundas, que muchas veces van manchadas con sangre, la NOM-087-SSA1-2002 menciona que no se consideran biológico-infecciosos, sino como no anatómicos; es decir, materiales desechables que están empapados, saturados o goteando con sangre y otros residuos como empaques de jeringas, aplicación de sueros, empaques de medicinas con características domiciliarias, entre otros.

En cuanto al acceso al área de enfermería, es necesario recorrer el pasillo con interferencia de pacientes y/o personal, es necesario establecer una entrada diferente para evitar algún tipo de accidente.

En una segunda visita durante el personal del segundo turno laboraba en el sitio con el contenedor para RSU lleno a su máxima capacidad. Esto indica que no hay capacitación al personal médico y de intendencia para la correcta separación y ubicación de contenedores adecuados. El personal de intendencia del turno matutino es responsable de recolectar los residuos una vez al día, lo que genera la problemática de recolección señalada. Para un manejo adecuado de los residuos es importante llevar a cabo la recolección tantas veces como sea necesario.

#### Área de esterilizado

Se lleva a cabo la esterilización de gasas, torundas y jeringas para convertirlos en residuos sólidos urbanos (figura 4).



Figura 4. Autoclave para el tratamiento interno de los RPBI del Centro Médico Universitario

El objetivo de éste método es eliminar los microorganismos patógenos presentes en los residuos, se considera que se eliminan el 100% de los gérmenes, además de que el costo es menor comparándolo con otros métodos. Finalmente, los residuos se consideran como no peligrosos y pueden compactarse para reducir su volumen y disponerlos en el contenedor para RSU. Durante ése proceso, se desprenden otros residuos considerados como peligrosos.

En cuanto a contenedores en ésta área tienen los adecuados para los punzocortantes, como se observa en la figura 5, pues son los principales residuos que se generan por el tipo de actividades que realizan.



Figura 5. Contenedor para punzocortantes en el área de enfermería del Centro Médico Universitario

En la figura 5 se observa que el contenedor está ubicado sobre un lavabo, el personal corre el riesgo de sufrir alguna lesión o pincharse accidentalmente o exponerse a algún material toxico e infeccioso, es necesario reubicarlo en un lugar seguro, lejos de interferencias y de fácil acceso dentro del área. En cuanto a los residuos sólidos

urbanos se disponen en el mismo contenedor metálico que el de enfermería (figura 3).

Respecto a los medicamentos caducos, es importante mencionar que en la entrada principal del Centro se localiza un contenedor para los mismos, la población que lo requiera puede depositarlos, la empresa encargada de su recolección es el Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases de Medicamentos A.C.

## MANEJO ACTUAL DE LOS RPBI EN EL CMU

### Infraestructura

La infraestructura con que cuenta el CMU para el manejo de los residuos en el área de laboratorios consiste en tres botes de aproximadamente 10 L de capacidad cada uno. El primero es metálico con tapa no hermética, con bolsa amarilla en donde se depositan los residuos de análisis excluyendo orina y excremento. Un segundo contenedor sin tapa hermética y con bolsa roja para punzocortantes y un tercer contenedor con bolsa negra para residuos sólidos urbanos (Tabla 4).

Tabla 4. Cumplimiento con los contenedores para el envasado de los residuos.

	Cumple	No cumple
<b>Contenedor amarillo hermético</b>	Si	
<b>Contendor hermético rojo con tapa</b>	Si	
<b>Bolsa roja</b>	Si	
<b>Bolsa amarilla</b>	Si	
<b>Contenedor para RSU</b>		No
<b>Bolsa en otro color excepto rojo y amarillo</b>		No

De acuerdo a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, no cumplen con la reglamentación, la NOM señala que para los punzocortantes se necesita un contenedor rígido con tapa en color rojo, para los residuos de las muestras se

requiere depositar en un contenedor amarillo con tapa hermética. Hay cumplimiento con el color de las bolsas pero no del contenedor. Se recomienda la adquisición de los contenedores correctos para los residuos generados en ésta área.

La NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 en su apartado 6.2.1 señala que los residuos deberán separarse en las áreas de generación, en el que también deberán ser envasados de acuerdo a sus características físicas y biológicas y por ningún motivo deberá mezclarse con ningún otro tipo de residuos como peligrosos o municipales.

### **Recolección interna**

La recolección de los residuos punzocortantes se lleva a cabo cada determinado tiempo, dependiendo de la cantidad recuperada, normalmente cada dos semanas y es efectuado por el personal de intendencia. Los residuos sólidos urbanos se recolectan una vez al día en bolsas negras. En cuanto a horarios para la recolección, se lleva a cabo durante la mañana, el responsable de cada área da aviso al personal de intendencia para su recolección.

No hay rutas marcadas para el traslado de los residuos de forma segura hacia el almacén temporal, hay interferencia con los pacientes y el personal por lo que se corren riesgos de derrames o accidentes. El transporte de los RPBI al almacén temporal deberá ser con la ayuda de un carro manual para mayor seguridad, el cual no deberá rebasar su capacidad para evitar que los residuos se caigan y se dispersen durante el recorrido, usando el equipo de protección adecuado.

Todos los contenedores deberán estar en buen estado tanto físico como higiénico, sin fisuras con tapa, con ruedas y rotulado de acuerdo al tipo de residuo. La limpieza de los mismos debe realizarse una vez terminada la recolección.

De acuerdo con (Mora Valencia & Berbeo Rodríguez, 2010) algunos criterios para la recolección interna de cada área de generación son los siguientes:

- El personal de los laboratorios, consultorios y enfermería, deberán utilizar el equipo de protección necesario para la entrega de los residuos.
- Retirar los residuos cuando el contenedor se encuentre en mal estado o sucio.
- Entregar al personal de intendencia las bolsas por cada tipo de residuo para evitar la mezcla.
- No deben transvasarse los residuos a otro recipiente por la peligrosidad de los mismos.
- Se deben retirar las bolsas de cada contenedor con nombre del área de procedencia, fecha y con la leyenda Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos.
- Las bolsas deberán ir bien selladas para evitar derrames durante la recolección.

### **Almacén temporal**

El almacén temporal del Centro Médico tiene características que deben considerarse como áreas de oportunidad en su equipamiento.

En la figura 6 se observa la infraestructura del almacén temporal de los RPBI, se cuentan con dos botes de plástico en color rojo para almacenar los RPBI de las diferentes áreas, un carrito con llantas en color rojo, sistema de refrigeración en condiciones inadecuadas, en la puerta puede observarse ranuras de ventilación, tiene piso y techo de cemento por lo que no hay riesgo de mojarse en temporada de lluvias, está alejada de pacientes y lugares donde el personal toma sus alimentos (comedores), se requiere una leyenda visible que señale la presencia de Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos con su respectivo logo.

No existe equipo contra incendios, no se cuenta con señalamientos alusivos a la peligrosidad y el sistema de refrigeración es inadecuada, se corre el riesgo de un posible foco de infección al personal que tiene acceso al almacén, es necesario un plan de mantenimiento al equipo.

En cuanto al registro de los residuos generados, no se cuenta con bitácoras por lo que no se lleva el control de la cantidad de residuos que ingresan o salen del almacén.



Figura 6. Almacén temporal y contenedores para los RPBI del Centro Médico Universitario

### **Generación**

A partir de la revisión de los manifiestos del periodo 2001 - 2016 se obtuvieron los datos que se muestran en la figura 7.

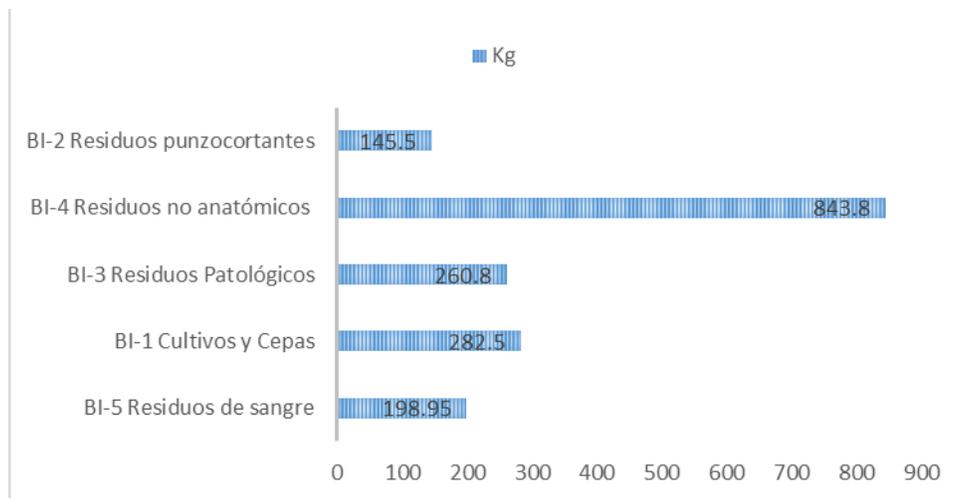


Figura 7. Generación de RPBI en el período 2001-2016

Como se puede observar, los residuos con mayor generación son los no anatómicos, constituidos principalmente por material de curación y recipientes desechables, les siguen los punzocortantes, formados por jeringas, principalmente por el tipo de servicio que ofrece el Centro Médico. Los residuos no anatómicos requieren contenedores en color amarillo necesarios para la disposición adecuada y que con una recolección diaria.

## 9.2 Percepción de conocimientos

Se aplicó un cuestionario al personal del Centro Médico integrado por el responsable y el coordinador, enfermeras, laboratoristas, pasantes y personal de intendencia, quienes tienen contacto con los RPBI. El objetivo fue evaluar los conocimientos generales sobre éstos residuos y el manejo de los mismos. La muestra y los años de actividad laboral dentro de la institución se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Personal encuestado y años laborados

Antigüedad de trabajadores	Trabajadores
Menos de 1 año	2
Menos de 5 años	5
Menos de 10 años	2
Menos de 20 años	2
Más de 20 años	3
Estudiantes	ninguno
<b>Total</b>	<b>14</b>

Se encuestaron a 14 personas que laboran en el Centro Médico, además se incluyeron a algunos estudiantes para conocer la percepción que tienen de estos residuos y su peligrosidad.

En cuanto a los resultados del cuestionario el 100% de los encuestados manifiesta estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con el concepto de residuo; el 18.2% manifiesta indiferencia en cuanto a su clasificación, lo que puede explicarse como un desconocimiento; por otro lado el 14.3% muestra ignorancia en cuanto a la definición de un residuo biológico infeccioso (RPBI). Así mismo el 13% ignoran que existen NOMs que regulan el manejo de los RPBI; del total de encuestados solo el 39.1% acepta haber leído las NOMs que establecen el manejo integral de residuos peligrosos. Sin embargo solo el 4.3% ignora que las características de los residuos peligrosos definen su peligrosidad. Además el 13% desconoce la importancia del manejo integral de los residuos peligrosos. Pero el 50.1% ignora el significado del acrónimo CRETIB, mientras que el 26.08% del personal que labora en el CMU ignora que existen residuos peligrosos en su área de trabajo. Asimismo el 56.5% reconoce que existen contenedores especiales para residuos peligrosos, aunque 78.2% reconoce que existe personal calificado para identificar y clasificar estos residuos desde su origen. Sin embargo, el 63.6% ignora la periodicidad de la recolección y el 77.3% reconoce que esta actividad la realiza personal calificado y que se cuenta con

un contrato de una empresa recolectora (63.6%). Por otro lado, el personal manifiesta en un 40.8% que no cuenta con información disponible para tomar decisiones respecto al manejo de residuos peligrosos y que no han recibido capacitación en el tema en el último año (54.6%). Los encuestados manifiestan (59.1%) que existe personal encargado del manejo de los residuos peligrosos y que sus labores implican algún riesgo con respecto al manejo de residuos peligroso (47.6%), pero el 50% desconocen los diferentes tipos de residuos generados en el Centro Médico.

En cuanto a la infraestructura solo el 18.2% de los encuestados reconoce que el personal de limpieza cuenta con carros manuales para transportar los residuos peligrosos, mientras que el 50% conoce el equipo de protección que debe usar para el manejo y transporte de residuos. Sin embargo, a pesar de que solo el 27.3% conoce la ruta preestablecida para trasladar los residuos en forma segura y rápida desde las áreas generadoras hasta el área de almacenamiento temporal, el 90.5% reconoce que se cuenta con un almacén temporal de residuos peligrosos.

La totalidad de los encuestados está de acuerdo en que el manejo inadecuado de los residuos peligrosos provoca impacto a la salud y a los ecosistemas, a pesar de esto solo el 86.4% acepta la necesidad de un Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos en el Centro Médico Universitario y el 90.9% acepta sus beneficios y muestra disposición a colaborar en las actividades relacionadas con el manejo integral a los residuos peligrosos.

### **Correlaciones**

Aun cuando se obtuvieron algunos valores de correlación moderadas entre algunos conocimientos y la escolaridad, la edad y el sexo, en ningún caso se encontró que fue estadísticamente significativa al nivel 0.05 o 0.01, como se observa en los Anexos 5, 6 y 7.

## 10 BASES PARA UN PLAN DE GESTIÓN DE RPBI

En el título cuarto, capítulo 1 de la LGPGIR, se plantea la necesidad de un plan para la prevención y gestión integral de residuos, así como la instrumentación para llevar a cabo la misma. En la figura 8 se señalan las bases generales para el diseño del plan.

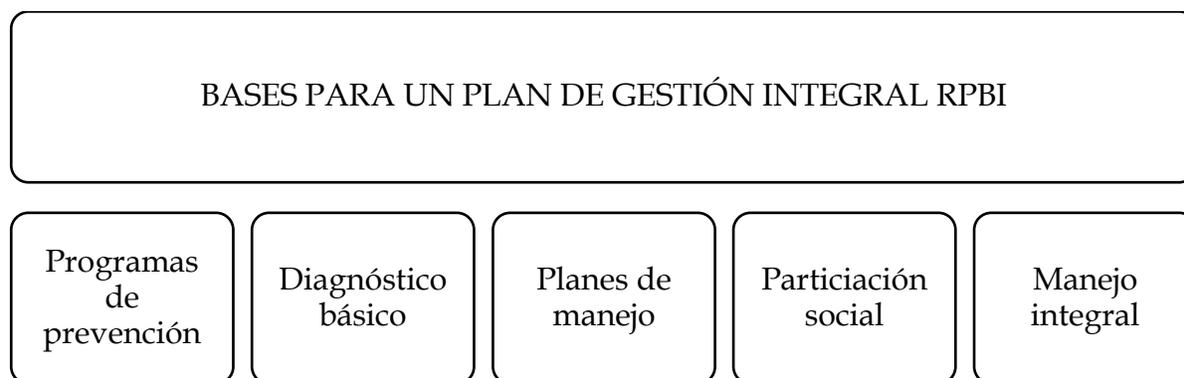


Figura 8. Bases para un Plan de Gestión de RPBI.

A continuación se describen cada una de estas bases:

### ❖ Programas de prevención

Los programas de prevención, deben contener al menos.

- I. El diagnóstico básico para la gestión integral de residuos de su competencia, en el que se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios;
- II. La política local en materia de residuos.
- III. La definición de objetivos y metas locales para la prevención de la generación y el mejoramiento de la gestión de los residuos, así como las estrategias y plazos para su cumplimiento;
- IV. Los medios de financiamiento de las acciones consideradas en los programas;

V. Los mecanismos para fomentar la vinculación entre los programas municipales correspondientes, a fin de crear sinergias.

❖ Diagnóstico básico

Para conocer la cantidad y tipo de residuos que se generan, así como la infraestructura para su manejo, en los que se determinan:

- I. Cantidad y tipos de residuos generados
- II. Infraestructura existente
- III. Manejo integral (generación hasta disposición final)
- IV. Almacén temporal
- V. Tratamiento interno

❖ Planes de manejo

Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico Infecciosos deben someter sus residuos a planes de manejo para el aprovechamiento de los mismos, en el que se busca la prevención de la generación y la valorización, así como su manejo integral, mediante medidas que reduzcan los costos de administración, dichos planes deben contener:

- I. Los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte y envío a reciclaje, tratamiento o disposición final.

Los que están obligados los generadores de residuos que al desecharse se conviertan en residuos peligrosos y están obligados registrarse ante la SEMARNAT.

El centro médico se considera como microgenerador, el cual están obligados a la elaboración y ejecución de un plan de manejo para sus residuos, siempre y cuando presente un riesgo a la población y al ambiente, en éste caso, hay generación de RPBI, los cuales se describen:

- La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados.
- Las cepas y cultivos de agentes patógenos.
- Los residuos punzocortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas.

#### ❖ Participación social

Hacer partícipes a los ciudadanos de cada establecimiento generador a las actividades para llevar a cabo la gestión integral de los residuos, así como generar información necesaria para sustentar los programas de gestión.

#### ❖ Manejo integral

Lo que se busca es prevenir la generación y valorización de los residuos, así como su manejo integral, reduciendo costos de operación, a través de procedimientos para su manejo es responsabilidad de quien los genera.

Con respecto al manejo integral, de acuerdo a la guía de cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, menciona el conjunto de acciones para llevar a cabo la gestión adecuada de los residuos biológicos infecciosos, en la figura 9 se presentan de forma esquemática.

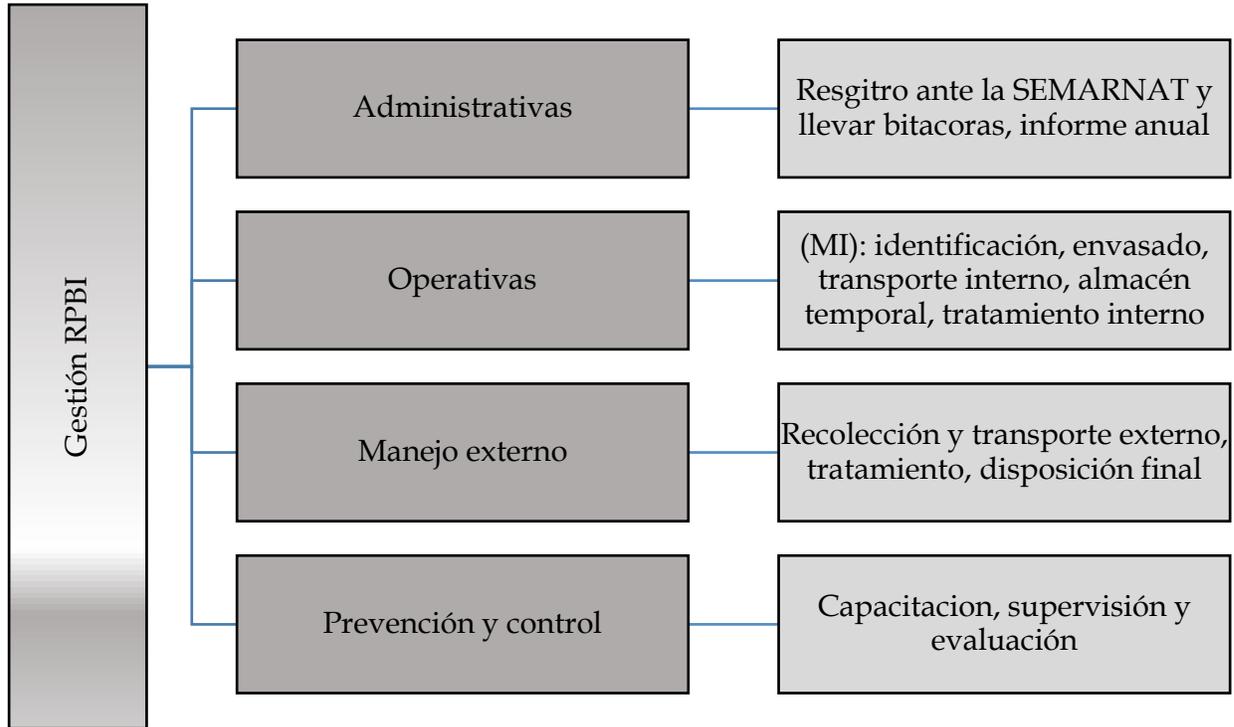


Figura 9. Acciones para la gestión de RPBI

## Gestión

Es un conjunto articulado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos desde su generación hasta su disposición final con estricto apego a lo que señala la LGPGIR.

### Acciones administrativas

Los generadores de RPBI deben registrarse ante la SEMARNAT, así como llevar una bitácora, llevar un reporte anual de los residuos generados, contar con manifiestos

de recepción y entrega de residuos y elaborar o sujetar sus residuos a planes de manejo.

Los prestadores de servicios requieren la autorización de la SEMARNAT para llevar a cabo la recolección, transporte y tratamiento adecuado para los RPBI, así como hacer entrega de los manifiestos correspondientes de entra y recepción y hacer el reporte anual de los RPBI recolectados.

### **Acciones operativas**

Se refiere principalmente al manejo interno del establecimiento generador en el que se toman en cuenta el manejo integral y se resume de la siguiente manera.

- Identificación
- Envasado
- Transporte interno
- Almacenamiento temporal
- Tratamiento interno

### **Manejo externo**

Son las actividades realizadas por el prestador de servicio, quienes se encargan de realizar la recolección de los residuos del establecimiento quienes lo contrató.

- Recolección y transporte externo
- Tratamiento
- Disposición final

## Prevención y control

Se trata de la capacitación continua de tal forma que las actividades a realizar se lleven a cabo conforme a ley, así como la verificación de éstas por parte de las autoridades competentes con el fin de evitar la contaminación ambiental y sanitaria.

### 10.1 PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MANEJO

Lo que se busca con la propuesta de manejo es mostrar cada una de las acciones que permiten una solución integral a la generación de los RPBI. Para esto se señalan las diferentes etapas en la figura 10.

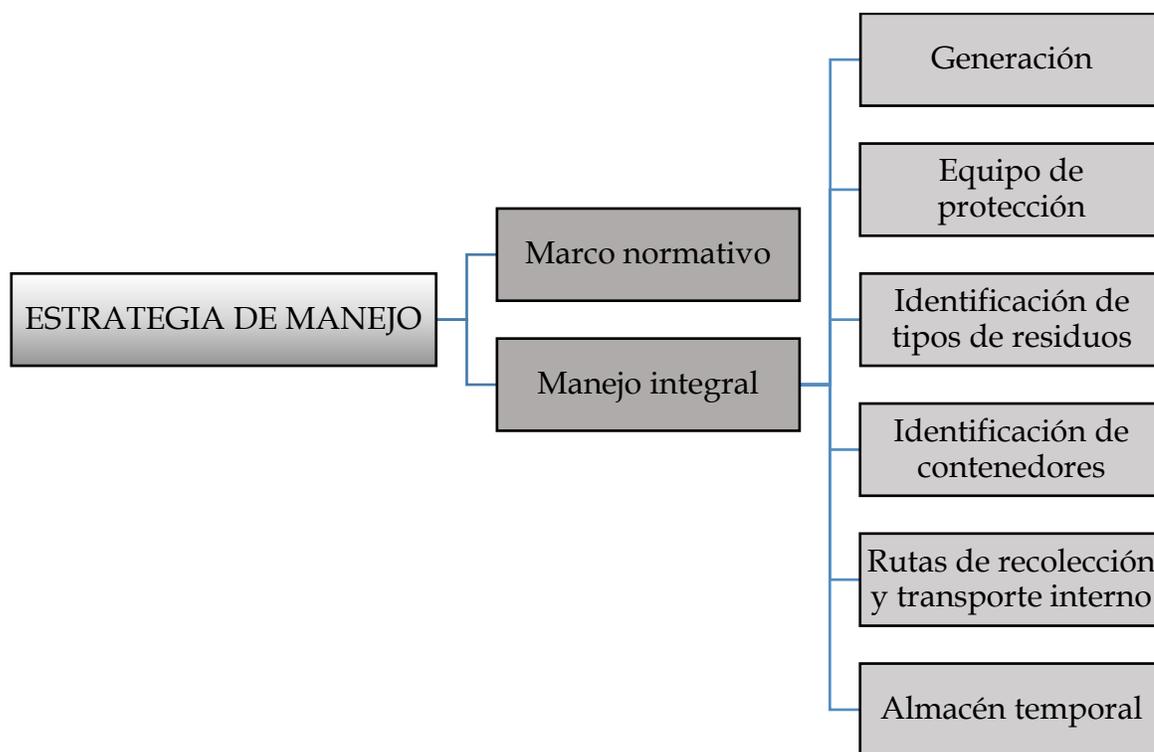


Figura 10. Estrategia de manejo de RPBI

A continuación se presenta una descripción detallada de cada acción:

## 1. Marco normativo

Las normas que se aplica en el manejo de los RPBI son las siguientes:

La regulación de los RPBI se fundamenta en la NOM-087- SEMARNAT-SSA1-2002, la cual establece la clasificación y especificaciones de su manejo.

Por su parte la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA2-1993, establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente

La Guía de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, es un instrumento basada en ésta norma, en la que orienta su aplicación mediante precisiones, aclaraciones y especificaciones en los procedimientos para el manejo de RPBI, con el fin de facilitar el cumplimiento de la norma dentro de los establecimientos generadores y de los prestadores de servicio a terceros; cumplir la legislación en materia de salud y medio ambiente, eliminar, reducir y controlar los riesgos al personal involucrado en el manejo de los mismos, así como a la población en general y la protección del medio ambiente.

## 2. Manejo integral

El conjunto de acciones que integran el manejo integral de RPBI se describen a continuación:

### a) Equipo de protección

Para el personal de intendencia, se recomienda usar equipo completo para minimizar los riesgos de exposición a los RPBI (tabla 6).

Tabla 6 Equipo de protección personal para el manejo de RPBI

Equipo	Función
<b>Guantes</b>	Evita contaminación por contacto directo
<b>Mascarilla</b>	Salpicaduras
<b>Camisa manga larga</b>	Protección de la ropa, evita su contaminación
<b>Botas</b>	Impactos y salpicaduras
<b>Bata</b>	Protección de la ropa
<b>Anteojos</b>	Salpicaduras

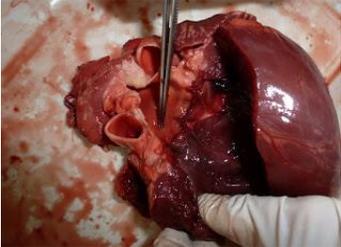
El personal de intendencia deberá conocer el plan de seguridad del establecimiento con el fin de resguardar su área de trabajo y su salud.

- b) Generación. Las áreas de generación de RPBI son los laboratorios químicos, área dental, enfermería, urgencias y área de esterilizados, y corresponden a las zonas donde los pacientes reciben la atención requerida.

Con la generación se deben identificar inmediatamente los residuos para su clasificación de acuerdo a los siguientes aspectos:

- Área o proceso que lo generó.
- La identificación y clasificación *in situ* de los RPBI se realizará de acuerdo a lo que se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Identificación de tipo de residuos

<p>Objetos punzocortantes</p>	
<p>No anatómicos: gasas, torundas goteando con sangre y recipientes con sangre líquida</p>	
<p>Patológicos: tejidos y órganos extirpados (que no se encuentren en formol)</p>	
<p>Sangre: sangre y componentes, sólo en forma líquida</p>	
<p>Cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos: generados en diagnóstico de investigación y control de agentes biológico-infecciosos, así como utensilios para transferir, inocular y mezclar cultivos</p>	

c) Identificación de contenedores

Una vez que los RPBI han sido identificados de acuerdo a sus características y estado físico, se procede a la identificación de los contenedores que se describen a continuación.

Tabla 8. Contenedores para los diferentes tipos de RPBI.

<p>Punzocortantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólido</li> <li>• Recipientes rígidos de propileno en color rojo (excepto material de vidrio roto de laboratorio)</li> </ul>	
<p>No anatómicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos: bolsa de polietileno en color rojo.</li> <li>• Líquidos: recipiente hermético en color rojo</li> </ul>	
<p>Patológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos: bolsa de polietileno en color amarillo.</li> <li>• Líquidos: recipientes herméticos en color amarillo.</li> </ul>	
<p>Sangre y sus derivados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos: recipiente hermético con tapa.</li> </ul>	
<p>Cultivos y cepas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos: bolsa de polietileno en color rojo</li> </ul>	

#### d) Rutas de recolección y transporte interno

Es recomendable establecer rutas de recolección y transporte con un horario definido donde se interconecten todas las áreas generadoras con el almacén temporal, asegurando un transporte sea seguro y eficaz.

De acuerdo con la guía de cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 se deben tomar en cuenta los puntos siguientes para la recolección interna de forma segura.

- La recolección interna se hará cuantas veces sea necesario durante el día, según el volumen generado.
- No sobrepasar el 80% de la capacidad de las bolsas de recolección.
- No comprimir las bolsas.
- Cerrar las bolsas de forma segura para evitar el derrame de los residuos.
- Revisar que los contenedores estén bien cerrados y llenarlo a su capacidad para evitar reabrirlos.
- Los residuos municipales se disponen en bolsa plástica de color excepto en rojo o amarillo.

#### e) Almacén temporal

La NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 establece en su apartado 6.3.5 los requerimientos necesarios para un adecuado almacenamiento de los RPBI, desde el área para la construcción hasta el sistema de refrigeración adecuada. Así mismo dicha ley en su apartado 6.3.6 menciona que la temperatura adecuada para mantener los residuos biológico-infecciosos es de 4 °C. Las principales características de un almacén temporal de RPBI son:

- a) Estar separada de las áreas de pacientes, almacén de medicamentos y materiales para la atención de los mismos, así como cocinas, comedores, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías.
- b) Estar techada y de fácil acceso para la recolección y transporte, sin riesgos de inundación e ingreso de animales.
- c) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y que sean visibles en lugares y formas, el acceso a ésta área sólo lo tiene el personal responsable de manejo.
- d) Los establecimientos que no puedan tener espacios para la construcción de un almacén temporal, deberán almacenar sus residuos en contenedores de plástico o metálicos, cumpliendo los incisos a), b), y c), mencionados.
- e) Los residuos peligrosos biológico-infecciosos podrán ser almacenados en centros de acopio, autorizados por la SEMARNAT, en el que deben de operar sistemas de refrigeración para mantener los RPBI a una temperatura máxima de 4°C (cuatro grados Celsius) y llevar una bitácora de conformidad. El tiempo de estancia de los residuos en un centro de acopio podrá ser de hasta treinta días.

Es importante reiterar que todos los generadores de RPBI están obligados a solicitar autorización ante la SEMARNAT para la construcción de un almacén temporal.

## 11 CONCLUSIONES

El Centro Médico Universitario no cumple con todos los requerimientos necesarios para la gestión adecuada de los RPBI, de acuerdo a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, es necesario reforzar los conocimientos personal involucrado sobre el manejo de los RPBI, desde la fuente de generación hasta el almacenamiento temporal.

Es importante establecer una ruta de transporte interno y evitar interferencias con los pacientes y el personal del Centro Médico.

Se recomienda la adquisición de contenedores suficientes para todas las áreas generadoras, para su rápida identificación debe contar con respectivo rótulo.

Para el almacén temporal, es necesario un programa de mantenimiento, principalmente al sistema de refrigeración de los RPBI. Identificar con rótulo la ubicación del almacén.

Se recomienda desarrollar un programa de capacitación continua al personal del Centro Médico Universitario. Además de contar con material de información sobre los residuos peligrosos, tal como folletos, trípticos, carteles, infografías, videos y manuales, donde se cuente con información accesible sobre el manejo y riesgo de exposición a los RPBI.

En cuanto a las correlaciones, se concluye que el nivel de escolaridad no está asociado al sexo y a la edad, debido a los resultados que la mayoría fueron moderadas.

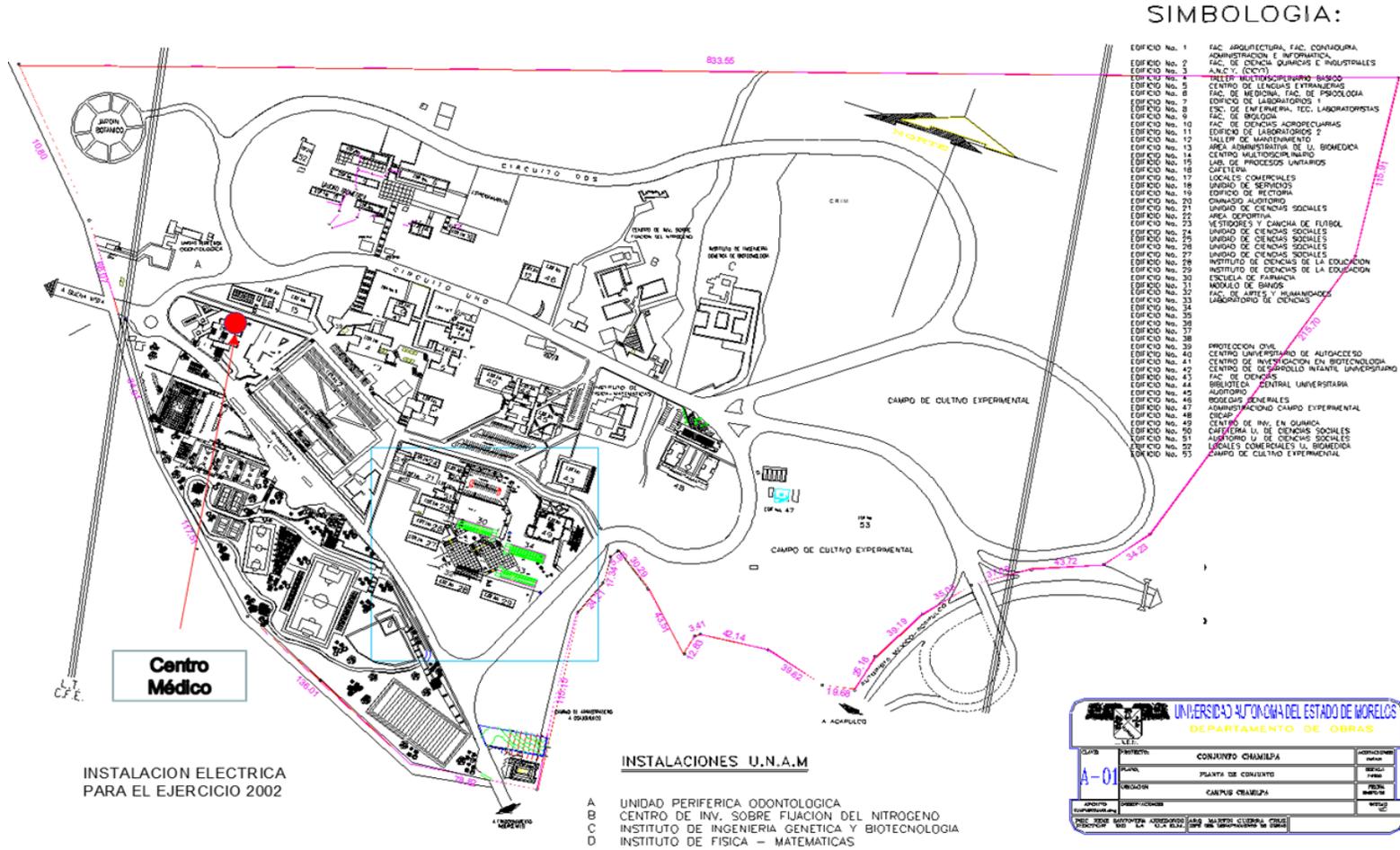
## 12 BIBLIOGRAFÍA

- Agenda-21. (s.f.). *a21-summary-spanish.doc*.
- Babanyara, I. D. (2013). Poor Medical Waste Management (MWM) Practices and Its Risks to Human Health and the Environment: A Literature Review. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation* 7 (11).
- Chartier, Y., J. E., p, Pieper, U., Prüss, A., Rushbrook, P., . . . Townend, W. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*. Geneva, Switzerland.
- CPEUM. (2017). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México.
- Cristina Cortinas de Nava, & Mosler García, C. (2002). *Gestión de Residuos Peligrosos, D.R. UMAM, Programa Universitario de Medi Ambiente*. México.
- Franco, M. T. (2017). *Propuesta de un Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos en el Hospital General Dr. Rodolfo Becerril de la Paz en Tetecala, Morelos, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*. México.
- Gándara, A. S. (2011). *Conceptos Básicos de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), Asociación para el Desarrollo Integral de la Región de Misantla, A.C. (ASODIREMI, A.C.)*. México, D.F.: S y G.
- INECC-SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. México.
- Lahura, E. (2003). *El Coeficiente de Correlación y Correlaciones Espúreas*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Economía.
- LGEEPA. (2015). *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. México.
- LPGGIR. (2015). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México.
- Lizama, P., & Boccardo, G. (2014). *Guía de Asociación entre Variables (Pearson y Spearman en SPSS)*. Universidad de Chile.
- Mora Valencia, C. A., & Berbeo Rodríguez, M. L. (2010). *Manual de Gestión Integral de Residuos*. República de Colombia .
- Neveu, A., & Matus, P. (2007). Residuos hospitalarios peligrosos en un centro de alta complejidad. *Revista médica de Chile*.
- Ortíz Hernández et.al. (2015). *Reporte Mexicano de Cambio Climático. Grupo III, Emisiones y Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*. México: Alebrije Diseño.

- Pedroza , H., & Dicovskyi, L. (2006). *Sistema de Análisis Estadístico con SPSS*. Managua, Nicaragua.
- PEPGIR. (2010). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Morelos*. Sección 7.4 Residuos Peligrosos.
- PND. (2013-2018). *Plan Nacional de Desarrollo*.
- Retamoso, C. E. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental* . España: Pontificia Universidad Javeriana.
- RLGPGIR. (2014). *Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México .
- Rodriguez , D., & Medaglia, A. (2006). *Configuración Logística para Tratamiento de Residuos Hospitalarios Peligrosos*. Bogotá .
- Salazar Carpanta, M. E. (2016). *El Cambio Climático como Problema de Salud Pública: Estudio de Percepción Social en Pachuca Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*. México.
- Sánchez-Salinas E., Oriz-Hernández M.L., Castrejón-Godinez M.L., & Rodriguez S. A.J. (2014). La Contaminación atmosférica urbana: gestión y política pública de la calidad del aire. En: Sánchez-Salinas E., Oriz-Hernández M.L., Castrejón-Godinez M.L. (comps.). *Contaminación urbana del aire. aspectos fisicoquímicos, microbiológicos y sociales*. UAEM-CONACyT. México. pp. 13-44-
- SEMARNAT. (2012). *Guía para el Transporte de Residuos Peligrosos (prestadores de servicios, generadores y para los Sistemas de Recolección para Microgeneradores de RPBI)*. México: 1a Edición.
- Yves et.al. (2014). Safe management of wastes from health-care activities. *World Health Organization*.

## 12.1 ANEXO 1

## 12.2 Mapa de ubicación del centro médico



## 13 ANEXO 2

### 13.1 Manual de procedimientos

El coordinador general se encarga de gestionar las actividades realizadas dentro del lugar, en cuanto a horarios distribución de actividades del personal, así como proveer insumos suficientes para cubrir las necesidades para satisfacer la demanda de atención médica a la población, además de estar en coordinación con el encargado de manejo área el manejo adecuado los RPBI.

El centro médico genera residuos biológicos infecciosos durante la atención a los pacientes, los médicos y enfermeras son los que los generan debido a las actividades que realizan y tienen el deber de depositarlos en los contenedores correspondientes.

El responsable de manejo calendariza los tiempos de recolección externa e interna, establecer las rutas de recolección interna, evitando el cruce por las áreas de visita a los pacientes, además de pesar y registrar en las bitácoras los residuos recolectados, y de supervisar que se lleve el manejo adecuado de los RPBI desde su generación hasta el almacenamiento temporal cumpliendo con la normatividad para su correcta función.

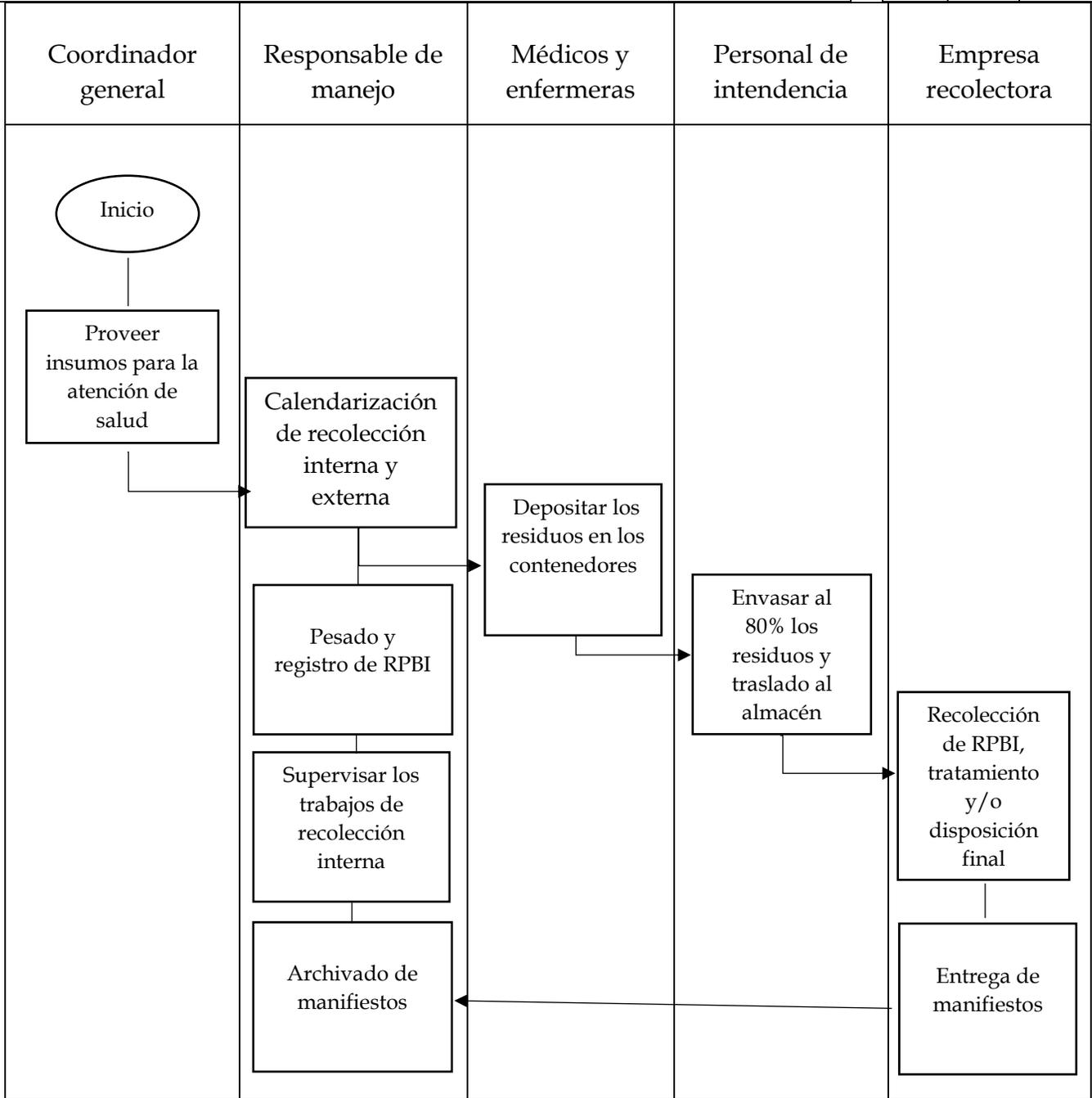
El personal de intendencia envasa los residuos, cuidando de no sobrepasar el 80% de llenado, recolectar y trasladar los residuos al almacén temporal para guardarlos en los debidos contenedores con tapa, los que requieran enfriamiento se acomodan en el sistema de refrigeración, desinfectar y lavar los contenedores por lo menos una vez a la semana.

La empresa recolectora acude al lugar para la recolección externa de los residuos para su posterior tratamiento y/o para su disposición final, el responsable de manejo debe solicitar los manifiestos con los datos generados sobre el tipo y cantidad recolectada.

MANUAL DE PROCEDMIENTOS

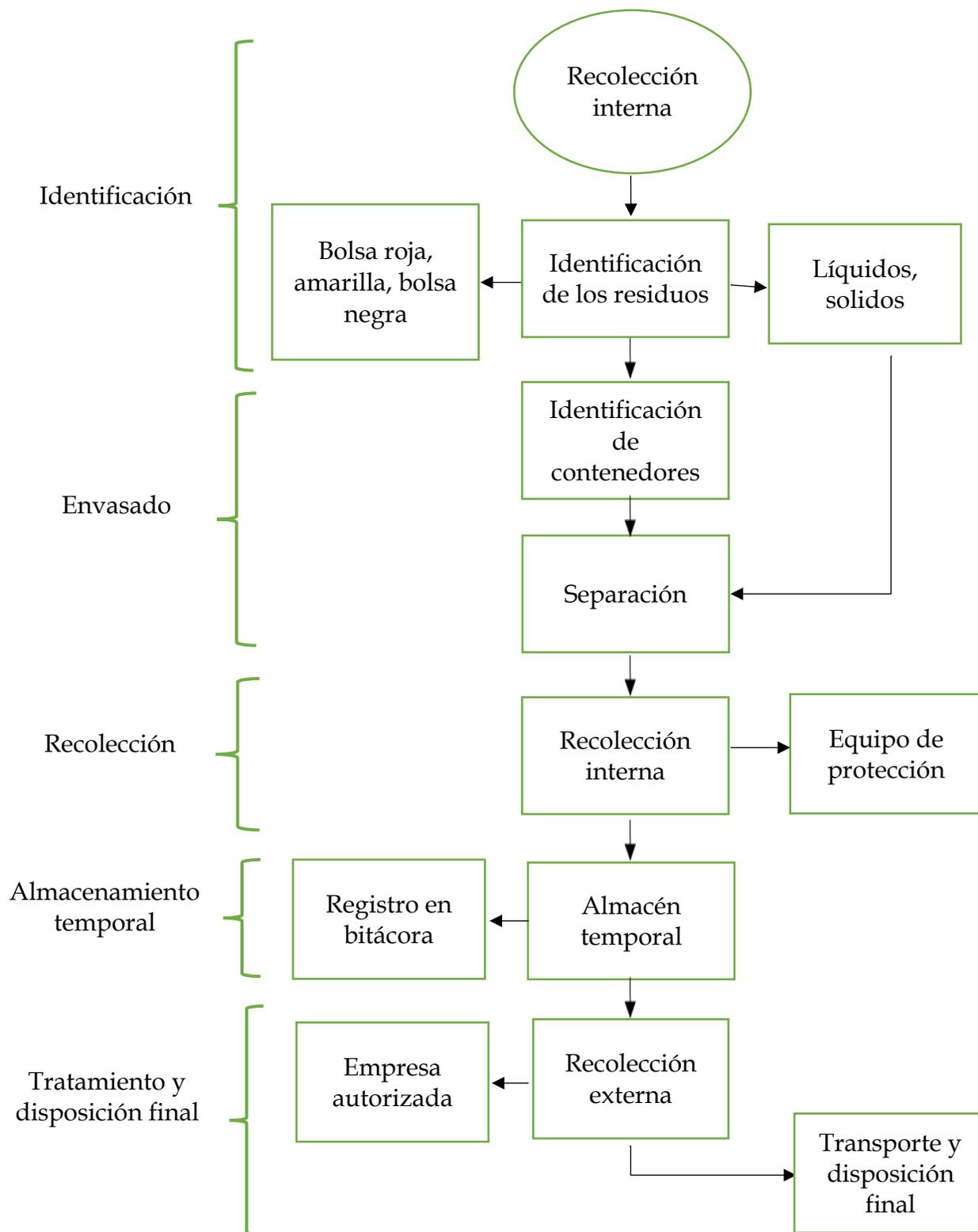
HOJA 1		
FECHA		
DIA	MES	AÑO

MANEJO INTEGRAL DE RPBI



## 14 ANEXO 3

### 14.1 Diagrama de manejo integral de RPBI





PR 12.	Existe personal calificado para identificar y clasificar los Residuos Peligrosos desde su origen	1	2	3	4	5
PR 13.	El personal conoce con que periodicidad se lleva a cabo la recolección de los Residuos Peligrosos en cada servicio	1	2	3	4	5
PR 14	La recolección de Residuos Peligrosos no se lleva a cabo por personal calificado	1	2	3	4	5
PR 15	Se cuenta con el servicio de una empresa recolectora de Residuos Peligrosos autorizada	1	2	3	4	5
PR 16	En su área de trabajo cuenta con información disponible para asistirle en la toma de decisiones relativa al manejo de Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 17	En el último año ha recibido capacitación sobre el Manejo Integral de Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 18	En el Centro Médico existe personal encargado del manejo integral de Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 19	El trabajo que realizo rutinariamente no implica ningún riesgo con respecto al manejo de Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 20	Conozco los diferentes tipos de Residuos generados en la unidad Hospitalaria	1	2	3	4	5
PR 21	En el Centro Médico se cuenta con los recipientes necesarios para el correcto envasado de los Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 22	EL Personal de limpieza cuenta con carros manuales para transportar los Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 23	Conoce el equipo de protección que debe usar para el Manejo y transporte de Residuos	1	2	3	4	5
PR 24	En el Centro Médico se cuenta con un almacenamiento temporal y contenedores con tapa	1	2	3	4	5
PR 25	Existe una ruta preestablecida para trasladar los Residuos en forma segura y rápida desde las áreas generadoras hasta el área de almacenamiento temporal	1	2	3	4	5
PR 26	Todo el personal conoce los horarios establecidos para realizar la recolección y transporte de Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 27	El manejo inadecuado de los Residuos Peligrosos provoca impacto a la salud y a los ecosistemas	1	2	3	4	5
PR 28	El Centro Médico necesita un Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5
PR 29	El manejo Integral de los Residuos Peligrosos traerá beneficios a la institución	1	2	3	4	5
PR 30	Estoy dispuesto a colaborar en las actividades que me correspondan para dar un Manejo Integral a los Residuos Peligrosos	1	2	3	4	5

## 16 ANEXO 5

### 16.1 Correlación por sexo

P1. Sexo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Masculino	10	43.5	43.5	43.5
	Femenino	13	56.5	56.5	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

			P1. Sexo		Total
			Masculino	Femenino	
El concepto de Residuo es material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en cualquier estado y puede ser susceptible de valorización, tratamiento o disposición final	En desacuerdo	Recuento	0	1	1
		% del total	0.0%	4.8%	4.8%
	De acuerdo	Recuento	6	6	12
		% del total	28.6%	28.6%	57.1%
	Totalmente de acuerdo	Recuento	3	5	8
		% del total	14.3%	23.8%	38.1%
Total		Recuento	9	12	21
		% del total	42.9%	57.1%	100.0%

## 17 ANEXO 6

### 17.1 Correlación por edad

P2. Edad					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	4	17.4	17.4	17.4
	15	1	4.3	4.3	21.7
	19	2	8.7	8.7	30.4
	20	1	4.3	4.3	34.8
	21	1	4.3	4.3	39.1
	22	2	8.7	8.7	47.8
	26	1	4.3	4.3	52.2
	27	1	4.3	4.3	56.5
	34	1	4.3	4.3	60.9
	39	3	13.0	13.0	73.9
	40	1	4.3	4.3	78.3
	42	1	4.3	4.3	82.6
	50	1	4.3	4.3	87.0
	53	1	4.3	4.3	91.3
	56	1	4.3	4.3	95.7
	59	1	4.3	4.3	100.0
Total		23	100.0	100.0	

Rango de edades	Frecuencia	Porcentaje válido
15-22	7	30.4
23-40	7	30.4
41-59	5	21.7

## 18 ANEXO 7

### 18.1 Correlación pon nivel de escolaridad

P3. Nivel escolar					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Secundaria	4	17.4	17.4	56.5
	Preparatoria	9	39.1	39.1	39.1
	Universidad	10	43.5	43.5	100.0
	Total	23	100.0	100.0	