



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**PLAN DE MANEJO PARA LOS RESIDUOS DE
APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.
CASO ESTUDIO: CIUDAD UNIVERSITARIA,
PUEBLA.**

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presenta:

ING. MARIO DANIEL TALAVERA VALDES

Director de tesis:

MTRO. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS

Puebla, Pue.

Agosto 2016

Índice

ACRÓNIMOS	6
AEE: Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	6
OECD: Organización para la Cooperación Económica.....	7
RAEE: Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos	7
RSU: Residuos Sólidos Urbanos	7
LGPGR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	7
CU: Ciudad Universitaria.....	7
OMC: Organización Mundial de Comercio.....	7
Capítulo 1: Introducción.....	7
1.1: Justificación	9
1.2: Objetivos	10
1.2.1: Objetivo general.....	10
1.2.2: Objetivos particulares	10
1.3: Alcance.....	10
1.4: Resultados Esperados.....	11
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL.....	12
2.1: La problemática global.....	12
2.1.1: La industria electrónica a nivel mundial.....	12
2.2: Impacto ambiental y a la salud de los Residuos de Aparatos Eléctricos Y electrónicos (RAEE)	13
2.3: Generación	16
2.3.1: Acciones	18
2.3.1.1: La Industria del Reciclado	18
2.4: Planes de manejo.....	21
2.5: Regulaciones.....	22
2.5.1: Normatividad Internacional	22
Fuente: (Noriega, Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; Análisis de Impacto Ambiental y Alternativas de Manejo. Caso Estudio: Ciudad Universitaria, UNAM, 2010)..	23
2.5.1.1: Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte	24
2.5.1.2: Directiva del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea	24
2.5.2: Legislación Mexicana.	25

2.5.2.1: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	26
2.5.2.2: Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	26
2.5.2.3: Normas Oficiales Mexicanas	27
2.5.2.4: NOM-133-ECOL-2000	27
2.5.2.5: NOM-161-SEMARNAT-2011	28
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.	29
3.1: Estudio de gabinete.....	29
3.2: Estudio de diagnóstico de los RAEE	30
3.3: Elaboración del Plan de Manejo:.....	30
3.3.1: Información General de los generadores;	31
3.3.2 Cantidad y clasificación de los RAEE;	31
3.3.3 Manejo actual de los residuos;	31
3.3.4 Problemática técnica y ambiental, asociada al manejo actual del residuo;	31
3.4.1: Actividades tendientes a la reducción y minimización de los residuos;.....	31
3.4.2 Formas de manejo integral propuestas para los RAEE; almacenamiento temporal; recolección y transporte interno en CU;.....	31
3.4.3 Cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo.....	31
3.4.4 Descripción del destino final de los RAEE	31
Capítulo 4: Plan de manejo y resultados.	32
4.1: Información General de los generadores:	32
4.2: Cantidad y clasificación de los RAEE.....	33
Los RAEE contienen una gran cantidad de componentes, el área de estudio se reduce a los que se generan con mayor frecuencia basándose en los datos proporcionados a lo largo del tiempo.	34
4.3: Manejo actual de los residuos	34
4.4: Problemática técnica y ambiental, asociada al manejo actual del residuo.....	36
4.5: Actividades tendientes a la reducción y minimización de los residuos	37
4.6: Formas de manejo integral propuestas para los RAEE; almacenamiento temporal; recolección y transporte interno en CU;.....	37
4.7: Almacenamiento temporal.....	40
4.7.1: Analisis de Volumen de los RAEE	41

4.7: Cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo.....	43
4.8: Descripción del destino final de los RAEE.....	46
4.9: Aplicación de mejores prácticas.....	48
CAPITULO 5: Conclusiones y recomendaciones.....	49
5.1: Conclusiones:	49
Bibliografía.....	53
ANEXOS	56
Anexo 1: Identificación de piezas de una laptop.	56
Anexo 2: Componentes de una Computadora de Escritorio	58
Anexo 3: Componentes de una Impresora.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Riesgos ambientales y a la salud humana por los RAEE	15
Tabla 2.3: Composición RAEE	20
Tabla 2.4: Tratados internacionales	23
Tabla 4.1: Población Universitaria	32
Tabla 4.3: Volúmenes generados en CU de RAEE	33
Tabla 4.4: Mayor número de RAEE generados en CU.....	34
Tabla 4.5: Ruta de Recolección	39
Tabla 4.6: Tabla de nomenclaturas	40
Tabla 4.7: Volumen por componente	42
Tabla 4.8: Costo de compra de las piezas de una laptop (residuos).....	43
Tabla 4.9: Costo de compra de las piezas de una computadora de escritorio (residuos)	44
Tabla 4.10: Costo de compra de las piezas de una Impresora (residuos)	45
Tabla 4.11: Recuperación anual de los RAEE	46
Tabla 4.12: Directorio de empresas	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Composición del Intercambio Comercial mundial	13
Figura 2.2: Composición de la corriente de residuos electrónicos en México	17
Figura 2.3: Tiradero de RAEE	19
Figura 3.1: Metodología del Plan de Manejo.....	29
Figura 4.1: Proceso de baja de un RAEE en CU	35
Figura 4.2: Almacén Universitario	36
Figura 4.3: Plantilla Vehicular.....	38

Figura 4.4: Ruta de Recolección de RAEE	39
Figura 5.1: Responsabilidad Compartida de los RAEE	50
Figura A.1: Laptop.....	56
Figura A.2: Tarjeta madre laptop.....	56
Figura A.3: Disco duro laptop.....	57
Figura A.4: Unidad de CD	57
Figura A.5: Carcasa Computadora CPU	58
Figura A.6: Tarjeta de red CPU.....	58
Figura A.7: Tarjeta de video CPU	59
Figura A.8: Memoria RAM CPU	59
Figura A.9: Unidad de CDUnidad de CD CPU	60
Figura A.10: Disco duro CPU	60
Figura A.11: Tarjeta madre CPU.....	61
Figura A.12: Impresora	61
Figura A.13: Tarjeta madre impresora	62
Figura A.14: Cartucho impresora	62
Figura A.15. Almacenamiento Temporal.....	63

ACRÓNIMOS

AEE: Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

ONU: Organización de las Naciones Unidas

OECD: Organización para la Cooperación Económica

RAEE: Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

CU: Ciudad Universitaria

OMC: Organización Mundial de Comercio

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

UCP: Universitarios por el Cuidado del Planeta

Capítulo 1: Introducción

En México como en el mundo los equipos Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) han generado una preocupación creciente al incrementar su manufactura y

su uso sin desarrollarse al mismo tiempo, esquemas de manejo adecuado para los desechos postconsumo.

Al terminal su vida útil los AEE, estos se convierten en desechos o residuos, llamados Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en donde la Organización para la Cooperación Económica (OECD), los define como cualquier dispositivo alimentado a través de un suministro de energía eléctrica que ha llegado al final de su vida útil.

Estos desechos están conformados por metales pesados y sustancias químicas tóxicas, en donde frecuentemente aparecen en rellenos sanitarios y lotes baldíos, donde pudiesen, con la interacción con compuestos del medio y condiciones en el ambiente (temperatura, humedad, presión, etc.) liberar algunos de los compuestos tóxicos constituyentes de los productos originales y con los consecuentes daños a la salud y al medio ambiente (Ecología, 2010).

Cifras de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), calcula que se generan entre 20 y 50 millones de toneladas de RAEE en el mundo, lo que representa cerca del 5% del total de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que se tienen que tratar y disponer; entonces se puede decir que los RAEE se incrementan entre un 16% y un 28% cada cinco años, lo que significa que aumente tres veces más rápido que los RSU.

Algunos estudios realizados de la Unión Europea afirman que en promedio, los RAEE están compuestos por un 25% de componentes reutilizables, un 72% de materiales reciclables y un 3% de elementos potencialmente tóxicos, y en donde muchos países extraen los componentes reutilizables mediante el negocio informal, o bien, se exportan a países en vía de desarrollo (Asociación de Ciudades y Regiones para el reciclaje, 2003).

1.1: Justificación

En México no existen leyes, reglamentos o normas que especifiquen el adecuado manejo de los RAEE, lo cual dificulta el proceso y eleva los costos de reacondicionamiento o disposición final de los RAEE.

En la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) clasifica a los RAEE como de manejo especial y establece la obligación de elaborar planes específicos.

En dichos planes de manejo se contempla la debida disposición de los materiales peligrosos, así como como la separación de los materiales que son de valor en el mercado y por último disponer en rellenos sanitarios a los residuos que no son representativos de ningún daño.

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, cuentan con un gran número de AEE tanto para el alumnado como para el personal académico y administrativo; en donde al término de su vida útil u obsolescencia, parte de ellos se convierten en residuos, que son enviados al almacén general de Ciudad Universitaria (CU), ocasionando debido al manejo problemas a corto, mediano y largo plazo.

1.2: Objetivos

1.2.1: Objetivo general

Realizar una propuesta de plan de manejo para la correcta disposición final de los residuos eléctricos y electrónicos que se generan en Ciudad Universitaria, BUAP.

1.2.2: Objetivos particulares

- Realizar un diagnóstico del manejo actual de los RAEE en Ciudad Universitaria.
- Determinar los volúmenes de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Determinar para cada aparato electrónico su composición.
- Desarrollar procedimientos para la separación en el origen, recolección, acopio, reúso, reciclado, valorización de los equipos de cómputo y disposición final.
- Proponer sitios de disposición final para los residuos peligrosos contenidos en los AEE.
- Analizar la factibilidad de reutilización y reciclado de los RAEE incluyendo sus componentes.
- Identificar a transportistas e instalaciones de reciclado de equipo electrónico, para que reciban el equipo recolectado.
- Difundir el trabajo dentro del Departamento de Patrimonio Universitario, encargado de dar de baja los equipos.

1.3: Alcance

El presente trabajo tiene como propósito presentar de manera práctica la metodología para elaborar un plan de manejo de RAEE, basado en la

normatividad nacional existente, minimizando los impactos ambientales y a la salud, en el caso estudio; Ciudad Universitaria, Puebla.

1.4: Resultados Esperados

- Un diagnóstico del manejo actual de los RAAE en Ciudad Universitaria.
- Un plan de manejo de acuerdo a la normatividad existe estableciendo alternativas para la disposición final adecuada de los equipos, tomando en cuenta aspectos económicos y ambientales.
- Una base de datos de la valoración de los RAEE en caso de ser reciclados.
- Descripción de las piezas que son de valor en el mercado.

CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL

2.1: La problemática global.

2.1.1: La industria electrónica a nivel mundial

El gran auge de las actividades científico-tecnológicas obedece al carácter mundial del capitalismo centrada en un nuevo modelo de producción de bienes y servicios para satisfacer las necesidades de los seres humanos.

A nivel mundial, la industria electrónica se ha transformado en un sector altamente globalizado y estratégico, ya que participa en los procesos de producción de productos fabricados, que van desde la industria juguetera, hasta la automotriz y electrodomésticos.

Durante la década de los noventa, el comercio de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) mostró el mayor nivel de crecimiento, comparado con otros sectores manufactureros, alcanzando tasas promedio anuales de 12.1%.

En el año 2000 las exportaciones de AEE, representaron el 15% del valor total de las mercancías comerciadas en el mundo, lo que equivale a 1,129 miles de millones de dólares; casi el doble de otros sectores tradicionales como textil y vestido, automotriz y químico (Luis, 2006).

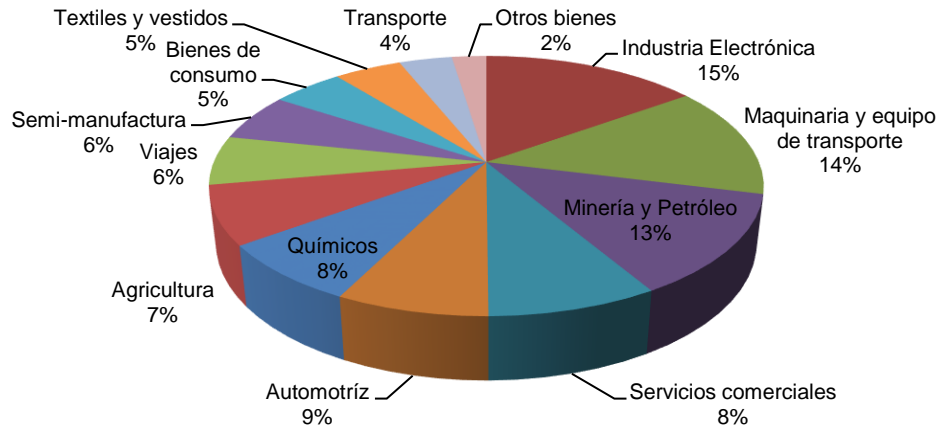


Figura 2.1: Composición del Intercambio Comercial mundial

Fuente: Organización Mundial de Comercio (OMC)

2.2: Impacto ambiental y a la salud de los Residuos de Aparatos Eléctricos Y electrónicos (RAEE)

La sociedad moderna debido a la alta producción de los AEE, trae consigo residuos, consecuencias a la salud humana y al medio ambiente debido a la mala disposición de los residuos, los ineficientes procesos productivos para tratarlos y la carencia de personal especializado, ya que su composición física y química se ha vuelto más compleja por el avance en el desarrollo tecnológico, de nuevos materiales y componentes, lo cual implica altos consumos de energía para hacerlos inocuos para el ambiente y para el propio ser humano.

Es importante definir, que los residuos, son una serie de materiales no utilizados en forma integral durante los procesos de producción o después del uso de los bienes de consumo por la sociedad, que deben disponerse en sitios apropiados, que además de los riesgos de salud y al ambiente, representan una carga económica para la sociedad al requerir disponerse en sitios apropiados, por lo cual su manejo y disposición han tomado importancia a nivel mundial.

Los Residuos de aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) están considerados como residuos peligrosos por las características fisicoquímicas que estos

contienen y aun cuando parecerían ser una carga económica para la sociedad, también puede ser una fuente económica, sobre todo cuando en el proceso de gestión considera la extracción de materiales valiosos contenidos en este tipo de residuos o su reacondicionamiento para extender su vida útil, prácticas que ayudan a minimizar los impactos ambientales causados durante su disposición y manejo.

Una de las principales alertas sobre el peligro potencial de estos residuos no se dio por el incremento en las cantidades y volúmenes generados, sino por los altos contenidos y tipos de sustancias químicas como metales, mercurio, plomo, cadmio, cromo, arsénico y retardantes de flama bromados que dan origen a dioxinas y furanos. Todas estas sustancias son altamente tóxicas para el ambiente y el ser humano.

Hay un gran número de reportes sobre la exposición que han tenido niños y mujeres embarazadas a este tipo de sustancias, así como los daños infantiles y neonatos que causa el manejo inadecuado de los RAEE.

En el mundo, los RAEE aportan un 2% a las emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero, representada por la industria de tecnologías de la información y de las telecomunicaciones (Ávila, Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: propuestas y alternativas para una gestión sostenible , 2012).

La tabla 2.1 muestra algunos de los riesgos ambientales y a la salud humana que trae consigo un mal manejo de dichos residuos.

Tabla 2.1: Riesgos ambientales y a la salud humana por los RAEE

Contaminantes	Composición por Residuo electrónico	Daños potenciales para la salud humana	Daños potenciales para el medio ambiente
Materiales ignífugos bromados/ retardantes de flama	Más del 90% proviene de los circuitos impresos, placas y carcasas. Componentes termoplásticos, cables, Más del 80% dentro de los ordenadores.	Cancerígenos y neurotóxicos; pueden interferir asimismo con la función reproductora.	En los vertedores son solubles, en cierta medida volátiles, bioacumulativos y persistentes. Al incinerarlos se generan dioxinas y furanos.
Cadmio (Cd)	Más del 90% en las pilas recargables.	Posibles efectos irreversibles en los riñones; provocan cáncer o inducen a la desmineralización ósea.	Bioacumulativo, persistente y tóxico para el medio ambiente
Cromo (Cr)	Utilizado como inhibidor de corrosión en el sistema de refrigeración.	Provoca reacciones alérgicas; en contacto con la piel, es cáustico y genotóxico.	Las células lo absorben muy fácilmente; efectos tóxicos
Plomo (Pb)	Más del 90% en las baterías, soldaduras para los circuitos impresos, lámparas y tubos fluorescentes. Utilizado en el vidrio de los TRC (tubo de rayos catódicos).	Posibles daños en el sistema nervioso, endocrino y cardiovascular; también en los riñones.	Acumulación en el ecosistema; efectos tóxicos en la flora, la fauna y los microorganismos.
Níquel (Ni)	Baterías Ni-Cd	Puede afectar al sistema endocrino e inmunológico, a la piel y a los ojos.	Acumulativo en los ecosistemas.
Mercurio (Hg)	Más del 90% procede de las pilas y sensores de posición y lámparas fluorescentes.	Posibles daños cerebrales; impactos acumulativos.	Disuelto en el agua, se va acumulando en los organismos vivos.
Cloroparafinas	Más del 90% en el PVC de los cables.	Una exposición prolongada a estas sustancias, pueden originar efectos adversos en órganos vitales como el riñón, el hígado y la glándula de tiroides. Existen evidencias claras de que puede generar cáncer en el ser humano.	No son fácilmente biodegradables y son bioacumulativos.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España

2.3: Generación

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) como computadoras, teléfonos celulares, televisores, son quizás el mejor ejemplo del constante cambio tecnológico y causante de la disminución en su ciclo de vida, por lo tanto, dichos residuos se incrementan de forma exponencial, estimándose que a nivel mundial se producen entre 20 y 50 millones de toneladas de RAEE por año, lo cual equivale al 5% del total de residuos sólidos del planeta (Ávila, Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, 2012).

Se piensa que a nivel mundial un aproximado al 90% de los RAEE, son depositados en vertederos junto con los residuos sólidos urbanos (RSU), de los cuales muchos de ellos se incineran para recuperar los materiales reutilizables, sin ningún pretratamiento de descontaminación.

Europa en el año 2010, producía 10.3 millones de toneladas al año de RAEE y se espera que esta cifra aumente hasta 12.3 millones de toneladas al año en el 2020. Asia en el mismo año desechaba cerca de 12 millones de toneladas cada año fracción que crece cada día con rapidez (Pau, 2008).

Mientras tanto África generaba entre los años 2009 y 2011, un millón de toneladas al año según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (ONU, 2012).

En Estados Unidos de acuerdo con la EPA, en el año 2000, más de 4.6 millones de toneladas de RAEE terminaron en confinamientos y en año 2004 alcanzaron los 7.4 millones de toneladas, enviándose una parte a países asiáticos ((EPA), 2005).

Las estadísticas en el 2006, demuestran que Brasil generaba más de 360,000 toneladas, le seguía México con 150.000 toneladas y Argentina, con 100,000

toneladas, según dice la plataforma regional de Residuos Electrónicos de Latinoamérica y el Caribe (Albarracín, 2011).

Para el año 2010, estudios realizados en México por el Instituto Nacional de Ecología, la cantidad estimada de generación de RAEE fue de 307,224 toneladas a desecharse, lo que generó un indicador de 2.5 kg/año per cápita (Centro Interdisciplinario para Prevención de la Contaminación A.C., 2012).

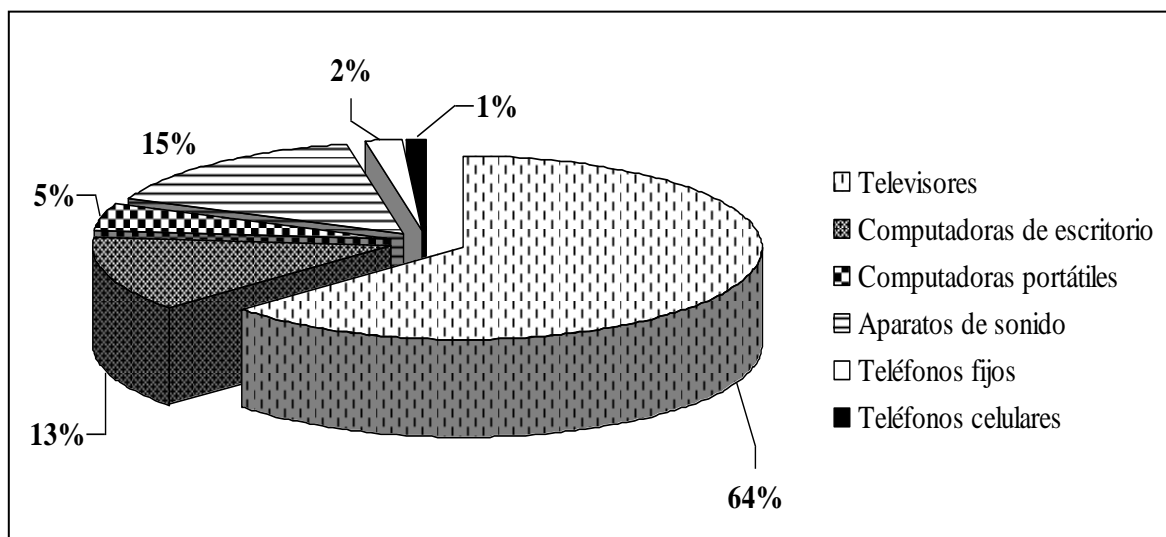


Figura 2 2: Composición de la corriente de residuos electrónicos en México

Fuente: INEGI.

En México, solo son reciclados de manera formal aproximadamente el 10% de estos residuos, ya que no se tiene establecido un sistema de gestión adecuada y formal que promueva estas actividades. El resto de los electrónicos permanecen almacenados en casas habitación y bodegas (40%), mientras que a un 50% llegan a estaciones de transferencia o a manos de “Recicladores informales”, rellenos sanitarios o tiraderos no controlados; de éstos aproximadamente la mitad no llega inmediatamente a este destino pues se les incrementa la vida útil (Silva, 2009) .

2.3.1: Acciones

2.3.1.1: La Industria del Reciclado

La industria extractiva de metales ferrosos y no ferrosos, que se utilizan a nivel mundial en la manufactura de celulares, computadoras y laptops fue del 3% de plata, 3% del oro, 13% del paladio, 1% del cobre, 15% del cobalto y un porcentaje muy importante de la extracción del controversial coltán.

Según el Worldwatch Institute Se dice que para extraer 1 tonelada de oro, paladio o platino se producen 10,000 toneladas de CO₂ o bien la cantidad de residuos generados para producir una única unidad de los siguientes electrónicos (Faba, 2011):

- Un ordenador es de 1500 kg
- Una computadora portátil es de 400 kg
- Un teléfono celular es de 75 kg

Por lo tanto, el reciclar es la acción de volver a introducir en el ciclo de producción y consumo, productos y materiales obtenidos de residuos, este concepto se produce ante el agotamiento de recursos naturales.

El reciclar puede tener distintos fines tales como la conservación y ahorro de energía, conservación de recursos naturales, disminución de volúmenes en los residuos y protección al medio ambiente.

StEP (Solving the E-Waste problem) un grupo de trabajo formado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente dice que para atender la problemática de los RAEE en el mundo, calcula que se podrían recuperar 40 millones de toneladas de metales al año si se logran reciclar todos los AEE que se producen (Recicla Electrónicos México S.A. de C.V., REMSA) .

Actualmente, sólo el 11% de los RAEE que se produce en el mundo es reciclado, y según estadística de esta industria, un 75% de este tipo de desechos recolectados en el país de origen son exportados hacia China, India y Pakistán (Dominguez Faba, 2011).

Los RAEE también pueden contener hasta 17 metales, mediante la industria del reciclaje pueden ser extraídos, considerándose como un negocio lucrativo, en muchos países faltan tanto reglamentaciones específicas, como iniciativas empresariales.

La mayor parte de las veces el reciclaje de RAEE son dejados al sector informal, lo que expone a miles de recicladores a graves riesgos de salud por falta de conocimiento de los peligros causados por estar en contacto con ellos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura;, 2010).

Tal es el caso de China, en donde se encuentra el mayor tiradero de RAEE, llegando de todas partes del mundo, ofreciendo una importante fuente de empleo informal.



Figura 2 3: Tiradero de RAEE

Fuente: Foto tomada de un tiradero de RAEE en Guangdong, China

Tabla 2 2: Composición RAEE

Material	Computadora portátil de 2.4 kg (Contenido % masa total)	Computadora de escritorio de 20 kg (Contenido % masa total)	Celular de 0.87 kg (Contenido % masa total)
Aluminio	25	14.1723	10
Antimonio	0.0094	0.0094	0
Berilio	0.0157	7	0
Bismuto	0.0063	0.0063	0
Cobalto	0.0157	0.0157	0
Cobre	7	6.9287	4
Cromo	0.0063	0.0063	0.01
Germanio	0.0016	0.0016	0
Hierro	22	20.4712	10
Latón	1	1.0078	10
Manganeso	0.0315	0.0315	3
Mercurio	0.007	0.0022	0
Níquel	1	0.8503	1
Oro	0.0016	0.0016	0
Plásticos	24	22.99	40
Plata	0.0189	0.0189	0.01
Plomo	0.3	6.2988	0.5
Vidrio	17	18.8803	20
Zinc	3	2.2046	1
TOTALES	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia a partir del Programa de Difusión y Capacitación sobre la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Electrónicos”. Instituto Nacional de ecología (INE)

Un manejo y disposiciones adecuadas pueden minimizar los impactos incluyendo los económicos cuando se dan acciones de gestión apropiadas, que incluyen el uso de materiales amigables con el ambiente, acciones de concientización entre los distintos actores sociales, así como una cultura de reacondicionamiento y reciclado de RAEE, así como leyes, reglamentación, tocan algunos puntos para el control de sustancias tóxicas.

Todo lo anterior se podría resumir dentro de un plan de gestión integral de RAEE, el cual no solo evitará los impactos ambientales y de salud mencionados, sino propiciará empresas especializadas en el reciclaje, empleo y ahorros económicos para los gobiernos locales. Esto último se daría cuando se reduzcan las cantidades de residuos a ser dispuestos en rellenos sanitarios y por ende la inversión.

2.4: Planes de manejo

La gestión integral de los RAEE es el conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de residuos desde la generación hasta su valorización y disposición final.

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), el objetivo general de los planes de manejo de residuos es “minimizar la generación y maximizar la valoración de residuos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el diagnóstico básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comercializadores, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según

corresponda, así como a los tres niveles de gobierno (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2015).

2.5: Regulaciones

2.5.1: Normatividad Internacional

La generación acelerada de los RAEE ha llevado a reconocer el posible impacto ambiental, social y económico que están causando en todo el planeta, por lo cual se han tomado medidas tales como las firmas entre varios países de convenios, protocolos, comisiones, etcétera, encauzado a reducirlos o eliminarlos de forma adecuada.

En la tabla 2.3 se resumen los convenios, protocolos y otros documentos firmados para un manejo adecuado de los residuos electrónicos.

Tabla 2.3: Tratados internacionales

Protocolo/convenio	Concepto
Convenio de Brasilea	Una de las primeras regulaciones que abordó el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros residuos semejantes. El convenio cataloga los envíos efectuados a un Estado que no sea miembro de las partes (170 países) como ilícitos, salvo que exista un acuerdo especial entre los integrantes.
Protocolo de Montreal	Considera a las sustancias presentes en refrigeradores, neveras y otros equipos de refrigeración, causantes del desgaste de la capa de ozono y prevé su manejo y disposición, así como la reducción de su producción.
Convenio de Rotterdam	Asegura la exportación de productos químicos prohibidos o severamente restringidos en el comercio internacional (como los contaminantes organicos persistentes), con el consentimiento previo de los países importadores.
Convenio de Estocolmo	Estipula obligaciones para reducir o eliminar la producción y utilización de determinados plaguicidas y productos químicos industriales que constituyen contaminantes orgánicos persistentes. Además especifica las obligaciones relativas a la importación y exportación de esas sustancias, entre las que se encuentran diez plaguicidas o productos químicos industriales incluidos como el aldrina, clordano, dieldrina, los policlorados (PCB), que están incluidos en la lista de las sustancias que hay que eliminar.

Fuente: (Noriega, Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; Análisis de Impacto Ambiental y Alternativas de Manejo. Caso Estudio: Ciudad Universitaria, UNAM, 2010).

2.5.1.1: Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte

La creación de esta comisión, lo forman los países de Canadá, los Estados Unidos y México, “Manejo Adecuado de Sustancias Químicas”, misma que incluyó el diseño y aprobación de “Planes de Acción Regionales” (PAR), los cuales están orientados a la reducción de los riesgos y, en la medida de lo posible, eliminación del uso de las sustancias seleccionadas, entre ellas, persistentes y bioacumulables: mercurio, BPCs, dioxinas y furanos.

Dicha comisión propone:

- Realizar adquisiciones respetuosas con el ambiente, esto es, incidir en el diseño de los productos que disminuyan o eliminen los componentes peligrosos.
- Analizar la Directiva Europea de REE, y tratar de adaptarla a las necesidades de la región.
- Impulsar la gestión integral de los residuos, mediante la incorporación del compromiso de los productores para aceptar el retorno de los equipos al final de su vida útil.
- Fomentar las actividades de valorización de residuos.
- Industrias libres de desechos electrónicos.

2.5.1.2: Directiva del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea

La presente Directiva (DIRECTIVA 2002/96/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, 2003) tiene por objetivo, en primer lugar, prevenir la generación de RAEE y, además, la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de dichos residuos, a fin de reducir su eliminación. Asimismo, se pretende mejorar el comportamiento medioambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los AEE, por ejemplo, los productores, distribuidores y consumidores, y,

en particular, de aquellos agentes directamente implicados en el tratamiento de los residuos derivados de estos aparatos.

Se establecen selectivas de RAEE. Con la finalidad de que:

- Los consumidores y los distribuidores puedan devolver gratuitamente estos residuos.
- Los distribuidores de un producto nuevo garanticen que tales desechos puedan serles devueltos de forma gratuita y uno por uno.
- Los fabricantes puedan crear y explotar sistemas de recogida individual o colectiva.
- Se pueda prohibir la devolución de los desechos que presenten un riesgo sanitario o de seguridad para las personas por estar contaminados.
- Los fabricantes deben aplicar las mejores técnicas de tratamiento, valorización y reciclado disponibles.
- Los establecimientos que realicen operaciones de tratamiento deben obtener un permiso de las autoridades competentes; para ello, se fomenta su participación en el sistema comunitario de gestión y auditoría ambientales.
- Concierno a los fabricantes financiar la recogida, tratamiento, valorización y eliminación no contaminante de los desechos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de hogares particulares; por ello, al comercializar un producto, cada fabricante deberá dar garantías sobre la financiación de la gestión de sus desechos.
- Otro de los esfuerzos que hizo fue restringir a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.

2.5.2: Legislación Mexicana.

El marco regulatorio mexicano, en materia de protección ambiental y de gestión de residuos, contempla diversos instrumentos legales.

2.5.2.1: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases.

Además el aprovechamiento de los residuos es el conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, manufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

Los RAEE se encuentran dentro de la categoría de Residuos de Manejo Especial que son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos.

2.5.2.2: Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El reglamento para la LGPGIR, tiene como objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Según el Artículo 19 una de las clasificaciones de residuos de manejo especial, es la de Residuos Tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico (Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2014).

2.5.2.3: Normas Oficiales Mexicanas

Existe una ambigüedad, ya que parte de los residuos, sustancias y componentes de los AEE contienen residuos peligrosos (artículo 31 de la LGPGIR), por lo cual están sujetos a un plan de manejo, sean productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen, y clasificados por la norma NOM-052-SEMARNAT-2005.

2.5.2.4: NOM-133-ECOL-2000

Tiene como objetivo establecer las especificaciones de protección ambiental para el manejo de equipos, equipos eléctricos, equipos contaminados, líquidos, sólidos y residuos peligrosos para su eliminación, mediante su desincorporación, reclasificación y descontaminación.

El campo de aplicación de esta norma es de observancia obligatoria para todas las personas físicas o morales que posean los citados equipos, equipos eléctricos, equipos contaminados, líquidos, sólidos, y residuos peligrosos que contengan o estén contaminados con bifenilos policlorados, así como para las empresas que presten servicios relacionados con los mismos (Diario Oficial de Federación, México, 2000).

2.5.2.5: NOM-161-SEMARNAT-2011

Establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo.

En donde se menciona en el apartado a) a los residuos tecnológicos de las industrias de la informática y fabricantes de productos electrónicos, tales como:

- Computadoras personales de escritorio y sus accesorios;
- Computadoras personales portátiles y sus accesorios;
- Teléfonos celulares;
- Monitores con tubos de rayos catódicos (incluyendo televisores);
- Pantallas de cristal líquido y plasma (incluyendo televisores);
- Reproductores de audio y video portátiles;
- Cables para equipos electrónicos;
- Impresoras, fotocopadoras y multifuncionales.

También hace mención que la responsabilidad legal y por ende económica recae no solo en los consumidores, sino en el resto de los actores sociales-generadores, productores, etcétera-, en forma de responsabilidad compartida (Diario Oficial de la Federación, México, 2013).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.

El diseño del plan de manejo se basa en la NOM-161-SEMARNAT-2011, en donde se mencionan los elementos para formular planes de manejo, mostrándose en la figura 3.1 a los principales componentes.

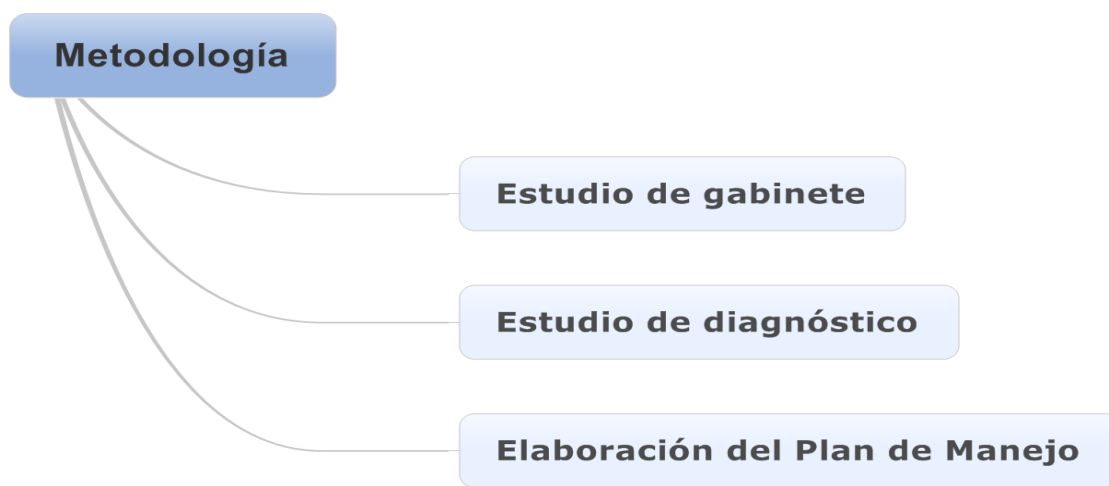


Figura 3.1: Metodología del Plan de Manejo

Fuente: elaboración propia a partir de la NOM-161-SEMARNAT-2011.

3.1: Estudio de gabinete

Se llevará a cabo una investigación bibliográfica, acerca de la gestión de los RAEE en los ámbitos internacional y nacional abarcando los daños a la salud y al medio ambiente, así como la normatividad existente.

Con Apoyo del Departamento de Patrimonio Universitario (DPU) se identificarán los RAEE generados en CU, los cuáles formarán el universo de trabajo de este estudio.

3.2: Estudio de diagnóstico de los RAEE

Se recabará la información más actualizada acerca de los RAEE, a partir del inventario patrimonial de CU.

Se determinará la composición de los residuos más representativos, esto considera, el desarmado y desensamblado de los RAEE que se generan con mayor frecuencia.

Se desarrollarán procedimientos para la separación en el origen, recolección, acopio, reúso, reciclado y valorización de los equipos de cómputo.

Se propondrán medios seguros y que cumplan con los procedimientos establecidos en la legislación correspondiente en la materia para los residuos peligrosos contenidos en los RAEE, colaborando en la reducción del impacto ambiental.

Se analizará la factibilidad de reutilización y reciclado de los RAEE incluyendo sus componentes.

Se identificará un centro de acopio temporal, a su vez servirá como estación de transferencia, centros de acopio, transportistas e instalaciones de reciclado de AEE para que reciban el equipo recolectado.

3.3: Elaboración del Plan de Manejo:

Con base en la NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, “Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos

y procedimientos para la formulación de los planes de manejo” se elaborará el Plan de Manejo de los RAEE generados en CU.

Los puntos principales que contendrá el Plan de Manejo son los siguientes:

3.3.1: Información General de los generadores;

3.3.2 Cantidad y clasificación de los RAEE;

3.3.3 Manejo actual de los residuos;

3.3.4 Problemática técnica y ambiental, asociada al manejo actual del residuo;

3.4.1: Actividades tendientes a la reducción y minimización de los residuos;

3.4.2 Formas de manejo integral propuestas para los RAEE; almacenamiento temporal; recolección y transporte interno en CU;

3.4.3 Cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo

3.4.4 Descripción del destino final de los RAEE

Capítulo 4: Plan de manejo y resultados.

4.1: Información General de los generadores:

- Razón Social: Universidad Autónoma de Puebla.
- Domicilio Fiscal: 4 sur No. 104, Col. Centro C.P. 7220 Puebla, Puebla
- R.F.C.: UAP370423PP3
- Tel: (222) 2295500
- Dirección de Ciudad Universitaria: Blvd. Valsequillo y Circuito C.U. s/n, Col. San Manuel C.P. 72570 Puebla, Puebla.

El total de población para CU según cifras del ciclo escolar 2012-2013 es de 37,950, de los cuales 3533 son personal de la Universidad y 34,417 son alumnos.

En la tabla 4.1: se muestra el total de la plantilla laboral y alumnado con la que cuenta CU:

Tabla 4.1: Población Universitaria

Área	No. Personas
Dirección/mandos medios	252
Academicos	2276
administrativos/confianza	1005
Alumnos licenciaturas	31983
Alumnos posgrado	259
Alumnos Doctorado	2175
Total	37950

Fuente: Elaboración propia a partir de manejo Integral de Residuos Universitarios (Secretaría Administrativa BUAP).

4.2: Cantidad y clasificación de los RAEE

La información que proporcionó el DPU, consistió en el tipo de residuos generados en el año 2015, en la tabla 4.2 se muestra el tipo de residuos que se generaron en dicho año.

Tabla 4.2: Volúmenes generados en CU de RAEE

	AEE	Peso en Kg	Bajas /mes	Bajas/año	Total en Kg/mes	Total en Kg/año
1	Proyectores/cine scopios	1.5	0.5	6	0.75	9.0
2	Computadoras	20	30	360	600	7200.0
3	Laptops	2.4	20	240	48	576.0
4	Impresora	9	2	24	18	216.0
5	Micrófono	0.5	1	12	0.5	6.0
6	Televisores	2	2	24	4	48.0
7	Reloj checador	0.6	1	12	0.6	7.2
8	Scanner	5	1	12	5	60.0
9	Teléfonos	0.8	4	48	3.2	38.4
10	ventiladores (piso y pared)	6	2	24	12	144.0
11	Total	47.8	63.5	762	692.05	8304.6

Fuente: Elaboracion Propia a partir de información proporcionada por el DPU.

Los RAEE contienen una gran cantidad de componentes, el área de estudio se reduce a los que se generan con mayor frecuencia basándose en los datos proporcionados a lo largo del tiempo.

Tabla 4.3: Mayor número de RAEE generados en CU

AEE	Bajas/año	Total en Kg/año
Computadoras	360	7200
Laptops	240	576
Impresora	24	216
Total	624	7992

Fuente: Elaboración Propia

4.3: Manejo actual de los residuos

Para los AEE que serán dados de baja, el resguardante del bien envía un oficio al DPU, informando las razones por las cuales se está dando de baja el equipo, al documento debe anexarse el número de folio de la etiqueta, la facultad y/o departamento de la cual proveniente.

El DPU turna el oficio al área de Bodega Universitaria, la cual procede a dar de baja el bien de forma administrativa y posteriormente retirándolo del sitio de trabajo; la Bodega Universitaria genera una orden de trabajo, en donde se especifica las condición, (se verifica si esta funcionando) en la que se entrega el aparato, en caso de funcionar, estos son enviados para reutilizarse en escuelas de nivel basico , para el caso contrario, existen empresas avaladas por la SEMARNAT, vienen y retiran los RAEE de forma gratuita.

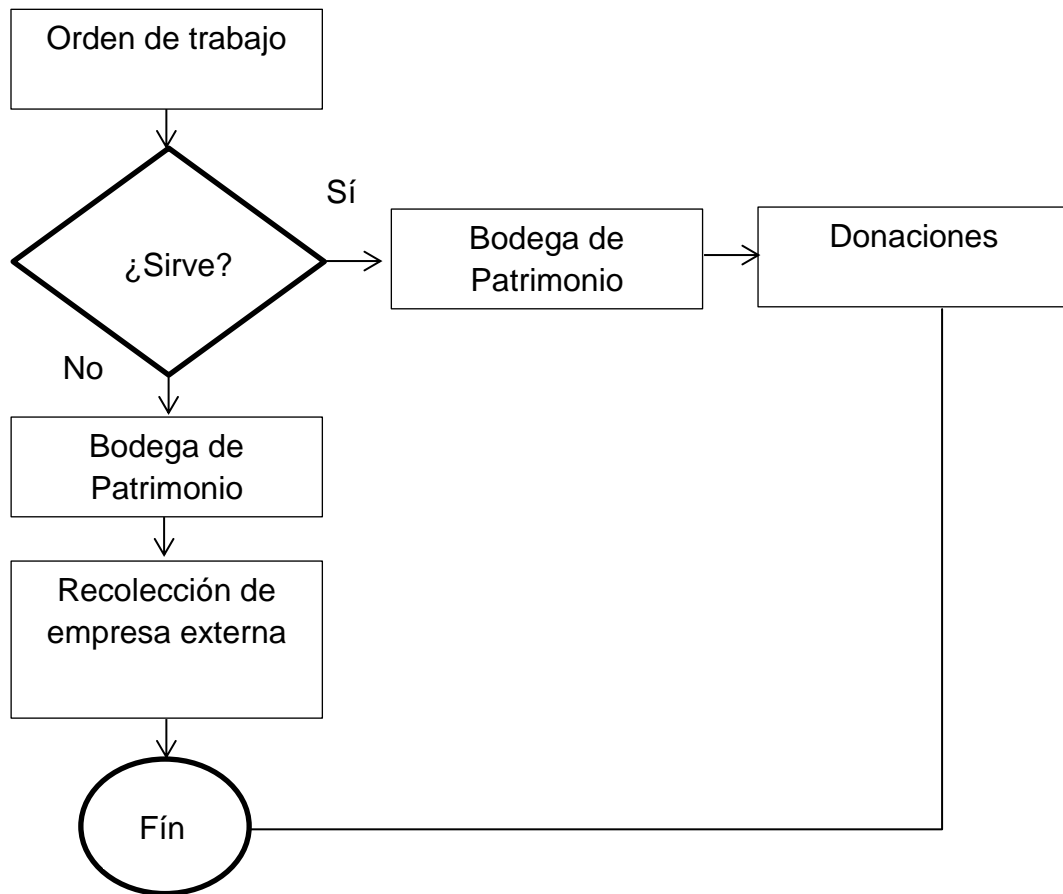


Figura 4.1: Proceso de baja de un RAEE en CU

Fuente: Elaboración propia

La Bodega de Patrimonio Universitario se ubica dentro de CU con coordenadas geográficas: Latitud 18°59'48.07" Norte, Longitud 98°11'44.88" Oeste, representándose gráficamente en la figura 4.1.

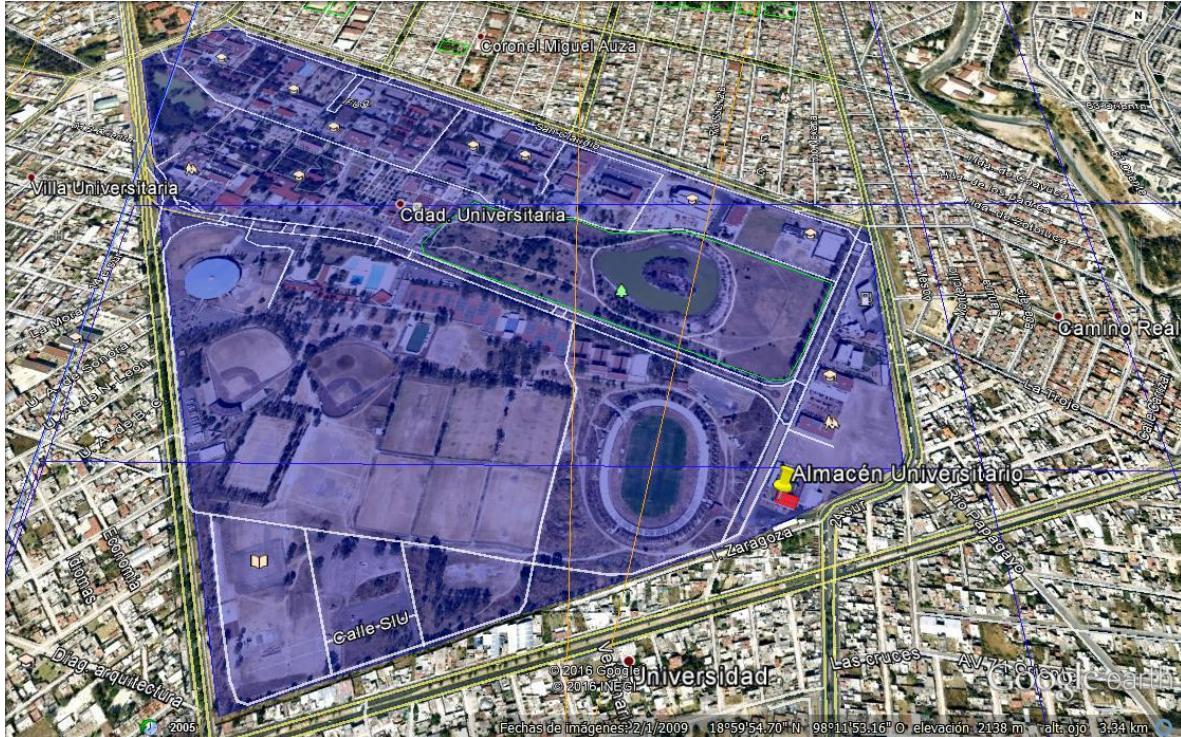


Figura 4.2: Almacén Universitario

Fuente: Google Maps

4.4: Problemática técnica y ambiental, asociada al manejo actual del residuo

El proceso de baja de algún AEE puede demorar alrededor de mes y medio a dos meses, desde que se inicia con el trámite administrativo hasta retirarse del área de trabajo, la recolección por parte de CU, va en función del espacio disponible que se tenga en Bodega de Patrimonio Universitario y de la disponibilidad de los vehiculos.

Las donaciones de los RAEE se realizan a escuelas de nivel básico por convenios que se tienen con la Secretaria de Educación Pública (SEP), la problemática es

que constantemente se envían aparatos descompuestos, la causa principal es que Bodega de Patrimonio, no cuenta con una separación adecuada de los residuos.

Por consiguiente, no todos los RAEE que han sido donados, están cumplido la función de reutilización y se teme que se estén disponiendo en rellenos sanitarios sin ningún método de descontaminación.

Los RAEE que se encuentran descompuestos se envían a centros de acopio acreditados por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para su posterior proceso de reciclado y revalorización, sin que la Universidad tenga beneficio alguno de ello.

4.5: Actividades tendientes a la reducción y minimización de los residuos

En CU se realizan donaciones de los RAEE, una forma de ayuda a reducir la problemática que se tiene con la generación de estos.

Por otra parte, alumnos de la Facultad de Ciencias de la Computación y la Organización Universitarios por el Cuidado del Planeta (UCP) recolectan RAEE, mediante campañas permanentes durante todo el año, una vez recolectados, se seleccionan los que pueden servir en proyectos académicos y el resto de igual manera es retirado por empresas acreditadas por SEMARNAT para disponerlos en sitios seguros (Dirección de Desarrollo Sustentable, 2015).

4.6: Formas de manejo integral propuestas para los RAEE; almacenamiento temporal; recolección y transporte interno en CU;

En CU se generan mensualmente 692.05 kg de RAEE, 666 kg del total, se concentra en tres residuos que son las computadoras de escritorio, laptops y las impresoras.

El transporte con el que cuenta la Bodega Universitaria para realizar la recolección de los RAEE consiste en:

Figura 4.3: Plantilla Vehicular

	Vehículo	Capacidad de carga (Ton)
1	Ford F450	5
2	Ford F350	3.5
3	Nissan Estaquitas	1

Fuente: Elaboracion Propia

En base a los volúmenes generados, la camioneta de 1 tonelada es suficiente para recolectar los RAEE en CU, por lo que se propone que una vez hecho el trámite de baja del bien, la recolección sea de un plazo no mayor a dos semanas.

La difusión de la ruta de recolección será los primeros días del mes y a mediados del mes, por tal motivo será responsabilidad de resguardante, agendar la recogida, para que el operador pueda pasar por el AEE que se dio de baja.

Es necesario etiquetar los AEE que funcionan, para determinar a que área del almacén serán enviadas, para posteriormente ser enviadas a reciclado o a reutilización.



Figura 4.4: Ruta de Recolección de RAEE

Fuente: Lobobus, Buap

Tabla 4 4: Ruta de Recolección

Primera semana del mes	
Día	Ruta
Lunes	1-14-15-16-17-18-19-20-21-22-13-1
Martes	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-1
Tercera semana del mes	
Día	Ruta
Lunes	1-14-15-16-17-18-19-20-21-22-13-1
Martes	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.5: Tabla de nomenclaturas

1	Centro de Almacenamiento temporal	12	Cultura Física
2	Cultura Física	13	DAE
3	CAALE/ Economía	14	DAPI
4	Derecho/ Administración	15	Seminarios/DAS
5	Rectoría/ Cs. Físico Matemáticas/ Cs. Químicas	16	DCyTIC
6	Ingenierías/electrónica/arquitectura	17	Biblioteca Central/ Multiaulas 5
7	Computación	18	Contaduría
8	Instituto de Física	19	Ingenierías/ Arquitectura
9	Físico Matemáticas	20	Biología/ ICUAP/DICUFI
10	Derecho/ DGIE/ Economía	21	Canchas
11	CAALE	22	Estadio

Fuente: Elaboracion Propia

4.7: Almacenamiento temporal

Se propone un sitio en donde se almacenaran los RAEE de forma temporal y a su vez será utilizado como área de trabajo para realizar la separación manual de piezas que son reciclables y tienen un alto valor en el mercado.

El sitio garantiza que exista una separación de las oficinas y almacenamiento de materias primas de otros productos.

Los Residuos Peligrosos que serán separados, se disponen a empresas certificadas para poder realizar el retiro de dichos residuos.

Residuos Peligrosos a retirar:

- Monitor de Tubo de Rayos Catodicos TRC
- Monitor LCD
- Tinta para impresoras

Existe compatibilidad entre ellos según las normas NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-054-SEMARNAT-1993, por lo que se pueden mezclar entre ellos sin generar alguna reacción.

4.7.1: Analisis de Volumen de los RAEE

Residuos de un CPU de escritorio por mes x 2 meses x 1.2 factor de sobreocupación = 1.8 m³.

Las dimensiones promedio de un CPU, son largo 0.50 m x ancho 0.10 m x alto 0.50 m con un peso promedio de 17 kg.

$$\text{RAEE} = 0.50 \text{ m} \times 0.10 \text{ m} \times 0.50 \text{ m} = 0.025 \text{ m}^3 \times 30 \text{ Pza/mes.} = 0.75 \text{ m}^3$$

Residuos de un monitor de escritorio por mes x 2 meses x 1.2 factor de sobreocupación = 2.6 m³.

Las dimensiones promedio de un monitor de TRC, son 0.30 m x ancho 0.40 m x alto 0.30 m con un peso promedio de 7 Kg

Para el cálculo se considera exclusivamente a los monitores de TRC debido a que tienen un mayor volumen.

$$\text{RAEE} = 0.30 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.30 \text{ m} = 0.036 \text{ m}^3 \times 30 \text{ Pza/mes.} = 1.08 \text{ m}^3$$

Residuos de laptop por mes x 2 meses x 1.2 factor de sobreocupación = 0.18 m³

Las dimensiones promedio de una laptop son: largo 0.25 m x ancho 0.30 m x alto 0.05 m con un peso promedio de 2.4 kg.

$$\text{RAEE} = 0.25 \text{ m} \times 0.30 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} = 0.00375 \text{ m}^3 \times 20 \text{ Pza/mes} = 0.075 \text{ m}^3$$

Residuos de impresora por mes x 2 meses x 1.2 factor de sobreocupación = 0.26 m³

Las dimensiones promedio de una laptop son: largo 0.30 m x ancho 0.60 m x alto 0.30 m con un peso promedio de 9.3 kg.

RAEE = 0.30 m x 0.60 m x 0.30 m = 0.54 m³ x 2 Pza/mes = 0.108 m³

Tabla 4.6: Volumen por componente

Residuos	Volumen ocupado m³
CPU	1.8
Monitor TRC	2.6
Laptop	0.18
Impresora	0.26
total	4.84

Fuente: Elaboración propia

Se considera que en el centro de almacenamiento temporal, se establecerá el área de trabajo, por lo que se diseña considerando dicho espacio.

El total del almacén será de 66 m³

Consideraciones de diseño: Largo 6 m x Ancho 5 m x 2.2 m alto = 66 m³

4.7: Cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo.

Basandose en los RAEE de mayor generación en CU, se estima el beneficio económico que se tendría si los residuos fueran dispuestos a empresas que se dediquen a reciclado.

Las siguientes tablas muestran las piezas que contienen los RAEE y los costos de compra de centros de acopio avalados por la SEMARNAT, así mismo el peso unitario de cada componente se determinó mediante el despiece y pesaje de cada uno de ellos.

Tabla 4 7: Costo de compra de las piezas de una laptop (residuos)

LAPTOP				
	PIEZAS	PESO UNITARIO (kg)	PRECIO UNITARIO X KG (M.N.)	TOTAL M.N.
1	TARJETA MADRE	0.32	91.5	29.28
2	TARJETA RAM	0.1	335	33.5
3	DISCO DURO	0.25	20	5
4	UNIDAD DE DISCO	0.12	205	24.6
5	PANTALLA	0.55	S/V	S/V
6	CABLES COBRE CON FORRO	0.12	45	5.4
7	CARCASA	0.94	3	2.82
TOTAL		2.4		100.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.8: Costo de compra de las piezas de una computadora de escritorio (residuos)

COMPUTADORA DE ESCRITORIO				
	PIEZAS	PESO UNITARIO (kg)	PRECIO UNITARIO (M.N.)	TOTAL M.N.
1	TARJETA MADRE	0.6	93	55.8
2	TARJETA RAM	0.1	335	33.5
3	TARJETA DE AUDIO	0.03	28	0.84
4	TARJETA MODEM	0.05	58	2.9
5	DISCO DURO	0.63	20	12.6
6	DISCIPADORES DE CALOR	0.4	24	9.6
7	UNIDAD DE CD	0.5	205	102.5
8	MONITOR LCD	1.5	S/V	S/V
9	CARCASA METÁLICA CPU	6.5	3	19.5
10	FUENTE DE PODER (CPU)	2.5	3	7.5
11	CABLES CPU COBRE CON FORRO	0.3	35	10.5
12	CARCASA MONITOR Y PEDESTAL (PLASTICO) LCD	3	4.5	13.5
13	TARJETA MONITOR	0.58	6.5	3.77
14	CARCASA TECLADO	0.43	6.5	2.795
15	TARJETA TECLADO	0.1	6.5	0.65
16	CABLE TECLADO	0.02	35	0.7
17	CARCASA MOUSE	0.07	4.5	0.315
18	TARJETA MOUSE	0.01	6.5	0.065
19	CABLE MOUSE	0.02	35	0.7
20	CABLES COBRE CON FORRO	0.02	35	0.7
TOTAL		17.36		278.435

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.9: Costo de compra de las piezas de una Impresora (residuos)

IMPRESORA				
	PIEZAS	PESO UNITARIO (kg)	PRECIO UNITARIO (M.N.)	TOTAL M.N.
1	TARJETA MADRE IMPRESORA	0.22	6.5	1.43
	CABLES COBRE CON FORRO	0.28	35	9.8
	CRISTAL	1.2	0.1	0.12
	CARCASA DE PLASTICO IMPRESORA	7	4.5	31.5
	CARTUCHO	0.512	S/V	S/V
TOTAL		9.212		42.85

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.10 muestra la ganancia que se obtendría si los RAEE, se manejaran de la manera propuesta.

Tabla 4.10: Recuperación anual de los RAEE

	AEE	Bajas/año	Monto por equipo (M.N.)	Monto de recuperación anual (M.N.)
1	Computadoras	360	278.44	100,236.60
2	Laptops	240	100.60	24,144.00
3	Impresora	24	42.85	1,028.40
4	Total	624		125,409.00

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 4.11: Tiempo de desensamblado por equipo

	AEE	Tiempo desensamblado (min.)	Bajas/año	Min/año
1	Computadoras	5	360	1800
2	Laptops	5	240	1200
3	Impresora	5	24	120
4	Total			3120

Fuente: Elaboracion propia

Se considera que un trabajador al año trabaja 1992 horas al año por consiguiente para operar dicho proceso se necesita mas de una persona.

4.8: Descripción del destino final de los RAEE

A continuación se muestra una lista de las empresas que están avaladas por SEMARNAT, para la dispoicion final de forma segura de los RAEE que se generan

en CU, en base a los residuo que se tienen en el centro de almacenamiento temporal se agenda una cita para que las empresas recolecten dichos residuos.

Tabla 4.12: Directorio de empresas

Empresa	Dirección	Teléfono	Rubro
All Material Reciclengli de Oriente, S.A. de C.V.	Trabajadores de Puebla 210 Col. Manantiales, Cholula	(222) 271 8129; (222) 271 6622	Metales no ferrosos
Comercializadora de Metal Angelópolis	Privada Miguel Hidalgo 17, Francisco I Madero.	(222) 268 6233	Metales ferrosos, no ferrosos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
HP Planet Partners		01-800-472-6684	Cartuchos de tinta o tóner. Recolección por correo en 10 días hábiles. Las recolecciones son sin costo. Cantidad mínima a entregar: 5 cartuchos de tinta o 5 cartuchos de tóner.
Productos Metalúrgicos Poblanos, S.A. de C.V.	Calle Guadalupe No. 35 San Mateo Calputitlán C.P. 74167, Huejotzingo	(227) 276 14 39	Plomo, baterías usadas, plomo- ácido (rejillas de plomo, pasta, separadores y postes metálicos)

Fuente: elaboración a partir de empresas confiables Semarnat

4.9: Aplicación de mejores prácticas

En la Ley de residuos del estado de Puebla, se menciona que por sus características requieren de un manejo específico.

Según la NOM-161-SEMARNAT-2011, especifica el tipo de plan de manejo que se utilizará, Por tal motivo, cae en un plan de manejo mixto, debido a que se pueden indenticar acciones de participación con entidades federales, estatales y municipales, un ejemplo de ello seria realizar campañas de recolección, convocándose por medio de las autoridades antes mencionadas, tales como campañas de recolección no solo en CU, si no involucrar a varios municipios en el Estado de Puebla.

La única forma de llevar a cabo un plan de manejo mixto es elaborando convenios que permitan dar certidumbre, a los acuerdos alcanzados entre los involucrados, en el desarrollo del Plan de Manejo, ademas orientarse a resultados esperados en un tiempo tiempo determinado.

CAPITULO 5: Conclusiones y recomendaciones.

5.1: Conclusiones:

El actual Manejo de los RAEE es lento y poco eficiente, sin embargo el proceso puede mejor con tan solo evitar la mezcla de los RAEE que se encuentran en buenas condiciones para ser reutilizados, lo cual se propone etiquetarse en el sitio de recolección y una vez llegando al centro de almacenamiento temporal disponerlos en los espacios destinados a cada residuo, Figura A16.

En México antes de 2013, no se tenía ninguna norma que definiera el procedimiento para llevar a cabo un plan de Manejo de Residuos Electrónicos, además indica que la responsabilidad legal y económica no solo recae en los consumidores, sino en el resto de los actores sociales como se muestra en la figura 5.1.

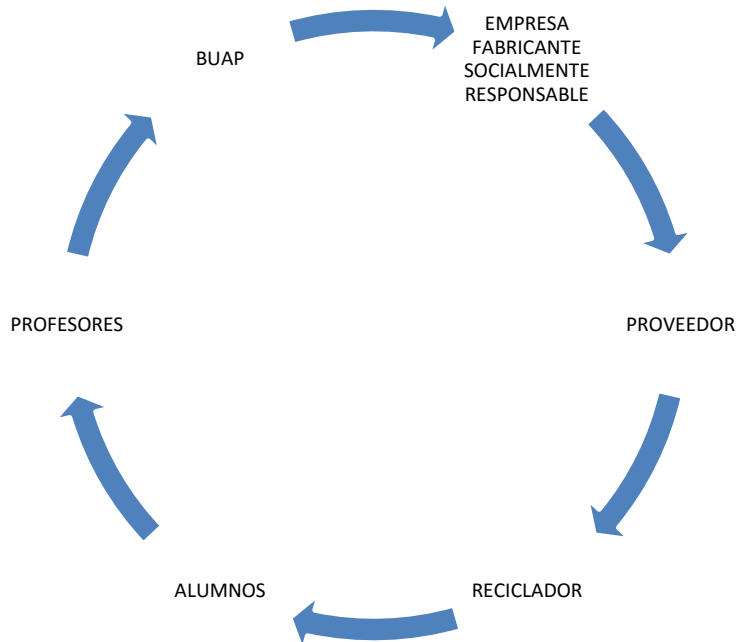


Figura 5.1: Responsabilidad Compartida de los RAEE

Fuente: Elaboración propia a partir de la NOM-161-SEMARNAT-2011.

La responsabilidad compartida es necesaria en el ciclo de un Plan de Manejo, por tal motivo se puede comenzar a integrar actores al ciclo, así como lo llevan a cabo en países europeos.

Además, la universidad podría considerar en sus contratos para la adquisición de bienes, agregar cláusulas en donde las empresas que proveen los AEE se responsabilicen del retiro de estos aparatos, o bien descontar en el costo del AEE, la correcta disposición final de la cual la BUAP se encargaría.

5.2: Recomendaciones.

Se considera que un trabajador al año trabaja 1992 horas al año por consiguiente para operar dicho proceso se necesita más de una persona, esto genera gastos de operación, pero con la ganancias de los residuos vendidos, puede ayudar a

pagar las nominas o bien se podrían financiar equipos mecánicos para la separación de estos.

La UCP como ya se mencionó es una organización que realiza programas de recolección dentro de CU, de forma permanente durante todo el año, mismos con los que se podría trabajar en sinergia y recolectar un mayor número de RAEE, para su reciclado y por consiguiente un mayor ingreso económico al vender los materiales valorizables.

La implementación del plan, garantiza la recuperación de materiales valorizables, de forma segura, garantizando que los RAEE, no lleguen a las personas que se dedican al negocio informal.

Empresas europeas hablan de que la instalación de una planta para separar los materiales valorizables oscilan alrededor de los 100 mil euros, alumnos de ingeniería podrían proponer diseños de maquinas que se encarguen de estas tareas.

Los interesados en seguir con esta investigación deben crear un manual para el desensamblado de los RAEE y hacerlos llegar a las personas que están en el negocio formal e informal, para optimizar tiempos y no existan riesgos en el manejo.

Los resultados obtenidos a finales del año se podrían utilizar para preparar artículos para revistas universitarias en el estado de Puebla, donde se podrían divulgar los resultados obtenidos durante esta investigación.

La universidad, debe considerar en sus contratos para la adquisición de bienes, agregar clausulas en donde las empresas que proveen los AEE se responsabilicen del retiro de estos aparatos, garantizando la correcta disposición final.

La capacitación a la plantilla laboral como al alumnado, concientiza de los efectos nocivos, si no son dispuestos de forma correcta.

Bibliografía

(EPA), U. S. (2005). *UNEP*.

Albarracín, P. (junio de 2011). *Basura Electronica en Latinoamérica: la región debe hacer limpieza*. Obtenido de <http://tecno.americaeconomia.com/noticias/basura-electronica-en-latinoamerica-la-region-debe-hacer-la-limpieza>

Asociación de Ciudades y Regiones para el reciclaje. (septiembre de 2003). Obtenido de Asociación de Ciudades y Regiones para el reciclaje: www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/laGestionRAEE.pdf

Ávila, M. E. (2012). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Tijuana, Baja California.

Ávila, M. E. (2012). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: propuestas y alternativas para una gestión sostenible* (Primera ed.). Tijuana, México: El colegio de Frontera Norte.

Centro Interdisciplinario para Prevención de la Contaminación A.C. . (s.f.). *Programa de Difusión y Capacitación sobre Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Electrónicos*. Instituto Nacional de Ecología.

Centro Interdisciplinario para Prevención de la Contaminación A.C. (2012). Obtenido de Instituto Nacional de Ecología: http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/2012_larga_ine_i3p_001_2012_re_p_final_residuos_electronicos.pdf

Cyranek, G., & Silva, U. (2010). *Los residuos Electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe*. UNESCO. Obtenido de www.ewasteguide.info/files/UNEP_2012_EwasteManual3.pdf

Diario Oficial de Federación, México. (Enero de 2000). Obtenido de NOM-133-ECOL-2000: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=757041

Diario Oficial de la Federación, México. (Febrero de 2013). Obtenido de NOM-161-SEMARNAT-2011: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013

Dirección de Desarrollo Sustentable. (marzo de 2015). *Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos*. Obtenido de BUAP: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/wb/didesu/manejo_integral_de_residuos_solidos_universitarios

DIRECTIVA 2002/96/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. (enero de 2003). Obtenido de Diario Oficial de Parlamento Europeo y del Consejo: http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/es-ES/Servicios/Certificacion/Legislacion/Parlamento%20Europeo%20y%20Consejo/Directiva_2002_96_CE_sobre_residuos_de_aparatos_elctricos_y_el_electrnicos.pdf

Dominguez Faba, M. (2011). *El enemigo del futuro, "La Basura Electronica"* (Tesis de licenciatura). Santiago, Chile: Universidad Mayor.

Ecología, I. N. (Noviembre de 2010). Obtenido de Instituto Nacional de Ecología: http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/2010_inf_diag_gen_res_electronicos_zmvm.pdf

Faba, M. D. (2011). *El enemigo del futuro, La Basura Electrónica* (Tesis de licenciatura).

Jacott, M. (mayo de 2005). *Tóxicos en la Industria Electrónica*. Obtenido de Greenpeace: <http://www.efn.uncor.edu/etc/reciclado/web/informacion/Inf2.pdf>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (agosto de 2015). Obtenido de Diario Oficial de Federación: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf

Luis, H. A. (Septiembre de 2006). Obtenido de División de Apoyo para el Aprendizaje, propiedad de la Universidad Autónoma de Guadalajara A.C. : <http://genesis.uag.mx/revistas/escholarum/articulos/cyt/industria.cfm>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (s.f.). *Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Obtenido de <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/aparatos-electr/>

Noriega, D. O. (2010). *Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; Analisis de Impacto Ambiental y Alternativas de Manejo. Caso Estudio: Ciudad Universitaria, UNAM*. Distrito Federal, México: UNAM.

ONU, C. d. (Febrero de 2012). *PNUMA advierte aumento de basura electrónica en África Occidental*.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura;. (2010). Obtenido de Los residuos electrónicos: Un desafío para la sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe:

<http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/comunicacion-informacion/LibroE-Basura-web.pdf>

Pau, G. V. (febrero de 2008). *La Situación Actual de la Gestión de los Residuos Eléctricos Y Eelectrónicos*. Obtenido de http://www.grupcies.com/boletin/images/stories/PDFBoletin/Articuloll_Edic_58.pdf

Recicla Electrónicos México S.A. de C.V., REMSA. (s.f.). Obtenido de Residuos electrónicos, Nuestro mundo de abundancia tiene un precio oculto: <http://colegioisraelita.edu.mx/vermas/prob%20elec.pdf>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (octubre de 2014). Obtenido de Diario Oficial de la Federación.

Secretaría Administrativa BUAP. (s.f.). *Manejo Integral de Residuos Universitarios*. Plan de Manejo, Bénemerita Universidad Autonoma de Puebla, Puebla.

Silva, U. (2009). *Gestión de residuos electrónicos en América Latina*. Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en América Latina y el Caribe SUR/IDRC, Santiago de Chile.

ANEXOS

Anexo 1: Identificación de piezas de una laptop.



Figura A.1: Laptop

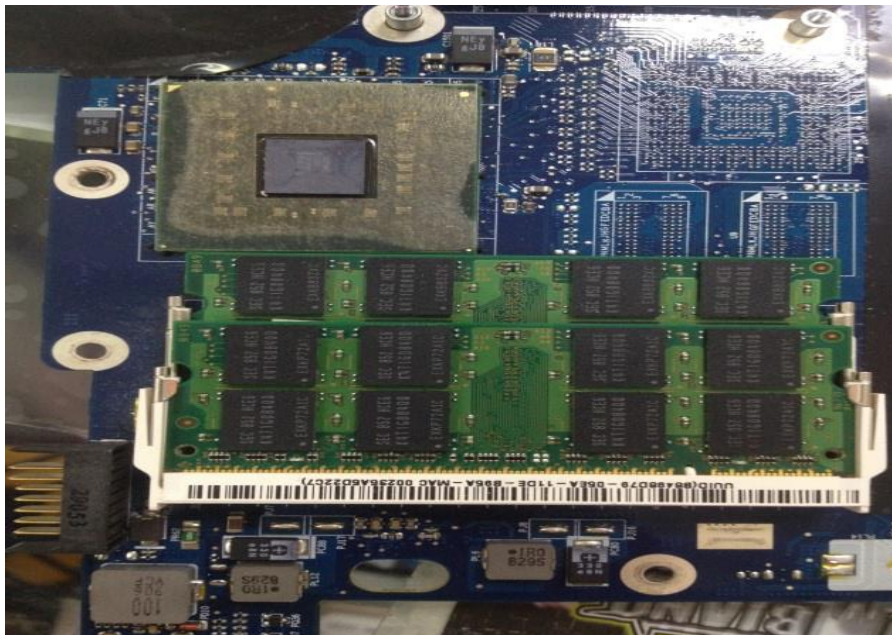


Figura A.2: Tarjeta madre laptop

Anexo 2: Componentes de una Computadora de Escritorio



Figura A.5: Carcasa Computadora CPU



Figura A.6: Tarjeta de red CPU

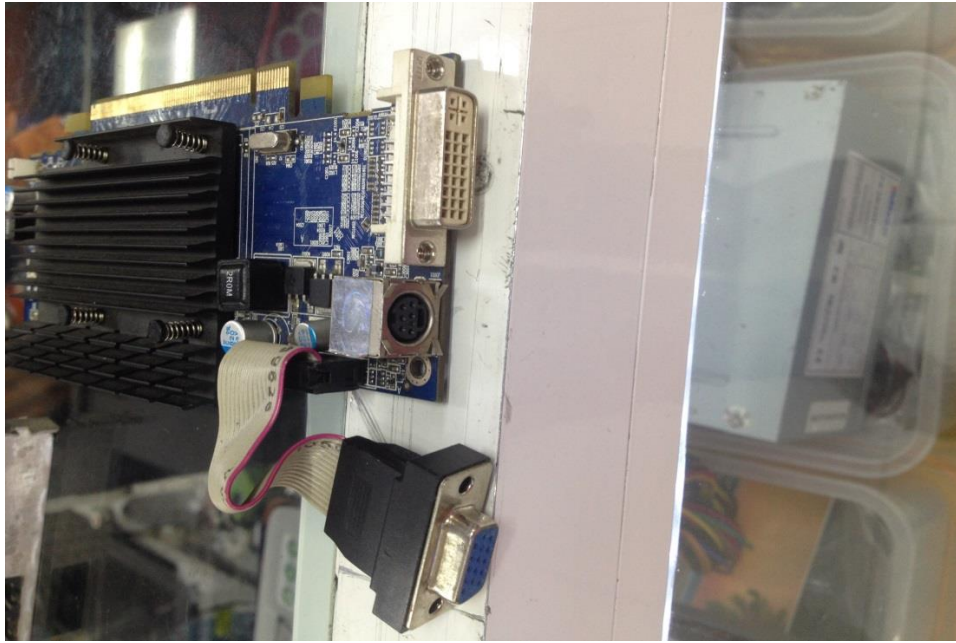


Figura A.7: Tarjeta de video CPU



Figura A.8: Memoria RAM CPU



Figura A.9: Unidad de CD Unidad de CD CPU



Figura A:10: Disco duro CPU



Figura A.11: Tarjeta madre CPU.

Anexo 3: Componentes de una Impresora



Figura A.12: Impresora



Figura A.13: Tarjeta madre impresora

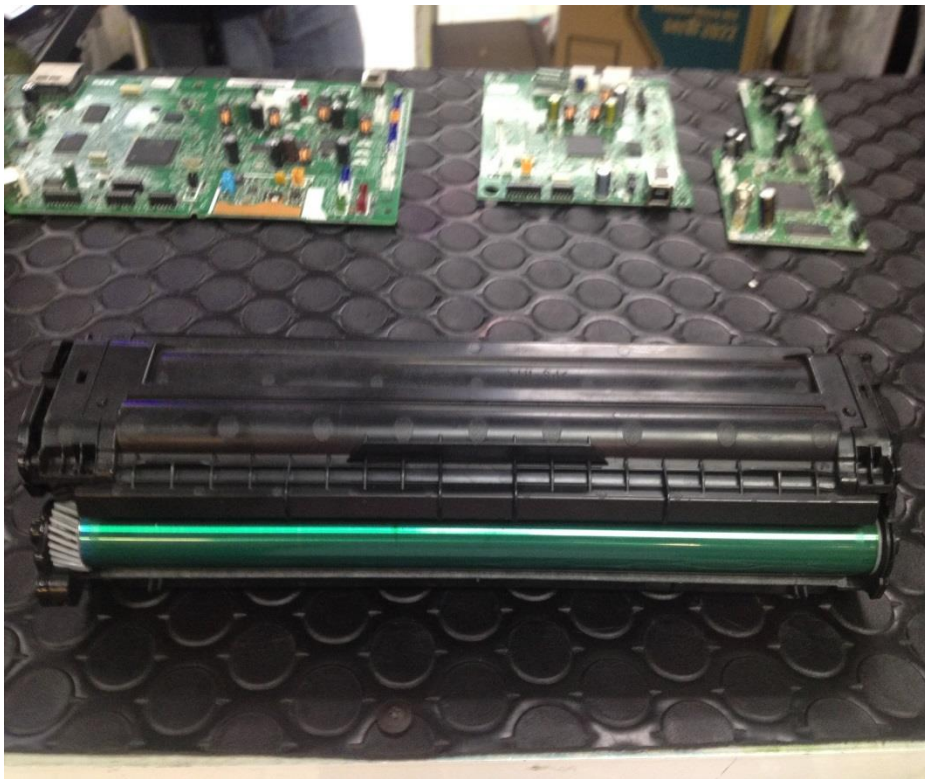


Figura A.14: Cartucho impresora

Anexo 2: La Figura A.15, muestra el diseño de la planta de almacenamiento temporal y desensambado.

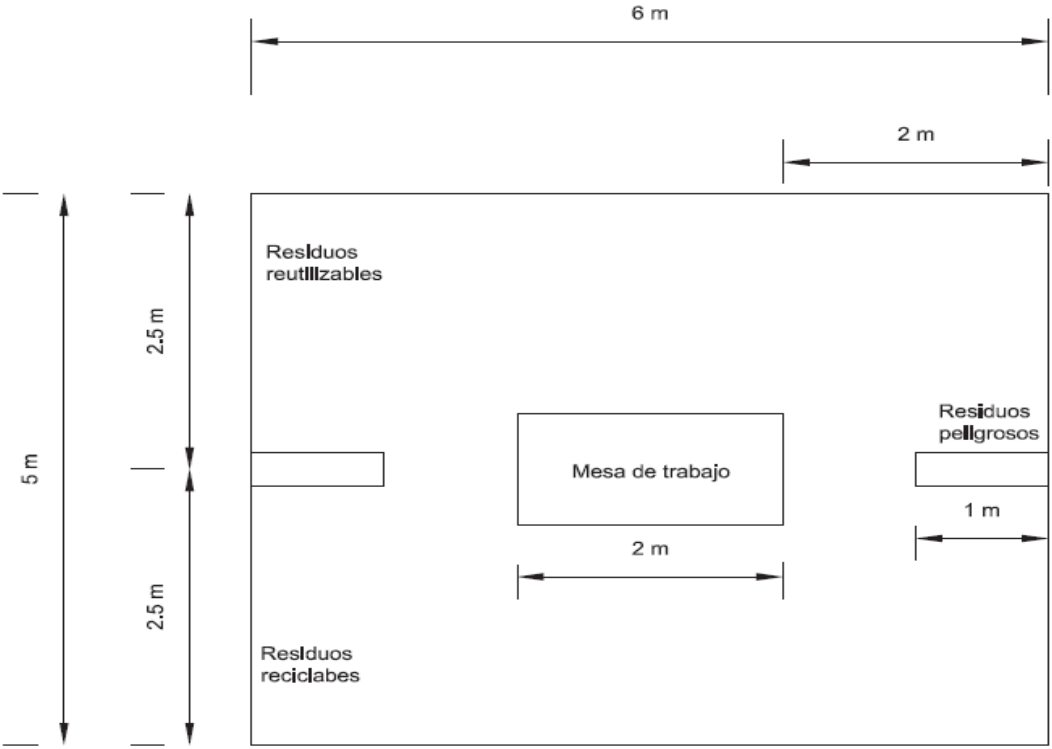


Figura A.15. Almacenamiento Temporal