



ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**GESTIÓN DE DESECHOS ELECTRÓNICOS DE MAYOR
GENERACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA**

PROYECTO DE FIN DE CARRERA
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

AUTOR

Diana Lucía Merino Bermeo

DIRECTOR DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA

Ing. José Raúl Castro Mendieta

LOJA – ECUADOR

2010

CERTIFICACIÓN: ACEPTACIÓN PROYECTO DE FIN DE CARRERA

Loja, Julio de 2010

Ing. José Raúl Castro Mendieta
Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones

Dejo constancia de haber revisado y estar de acuerdo con el proyecto de fin de carrera, titulado: "GESTIÓN DE DESECHOS ELECTRÓNICOS DE MAYOR GENERACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA"

Presentado por: Diana Lucía Merino Bermeo

Particular que comunico para los fines legales pertinentes.

.....
Ing. José Raúl Castro Mendieta.

Visto Bueno Dirección Escuela

F).....

Ing. Susana Arias Tapia.

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

Julio de 2010

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Diana Lucía Merino Bermeo, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

F.....

Autora

AUTORÍA

Las ideas, opiniones, conclusiones, recomendaciones y más contenidos expuestos en el presente informe de tesis son de absoluta responsabilidad del autor.

Diana Lucía Merino Bermeo

INTRODUCCIÓN

La invención del transistor a mediados del siglo XX junto al desarrollo de otras industrias dio inicio a la miniaturización de equipos electrónicos permitiendo que estos sean más portables y consuman menos energía. La innovación constante de equipos electrónicos de consumo como: televisores, equipos de sonido, celulares o computadores ha conllevado a que éstos sean renovados cada vez en periodo más corto aún cuando el equipo reemplazado sigue siendo funcional.

Cuando se renueva o adquiere un equipo hay algunas puntos que se tienen presente sobre las características del mismo, pero generalmente no es así con la cuestión de qué hacer con el anterior equipo o con el nuevo cuando definitivamente el consumidor ya no lo utilice y desee deshacerse de éste.

Los equipos en desuso o los desechos electrónicos con un tratamiento adecuado pueden reutilizarse o reciclarse. A nivel mundial se han presentado propuestas e iniciativas para abordar las temáticas, problemas y desafíos que presenta el manejo de equipos obsoletos o desechos electrónicos, a lo cual se han incluido estados, organizaciones, empresas y consumidores para comprometerse al cumplimiento de objetivos, políticas y regulaciones. En la Unión Europea y algunos países Asiáticos los fabricantes de aparatos eléctricos y electrónicos requieren, para comercializar sus productos, cumplir lo dispuesto en las directivas RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y RoHS (Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas), éstas directivas de la Legislación Europea tienen el propósito de reducir la cantidad y peligrosidad de desechos de RAEE y de fomentar la reutilización de los equipos extendiendo su vida útil.

Dentro de la Unión Europea, todo aparato eléctrico y electrónico debe tener una recogida y tratamiento especial por lo que todos los ciudadanos tienen la obligación de llevarlos a determinados puntos de recogida consignados para ese propósito y de no arrojarlos junto a la basura domiciliaria, la administración pública debe controlar con rigurosidad el cumplimiento de los puntos que plantea la directiva a los productores con el objetivo de evitar que se evada responsabilidades y bajo el esquema de donaciones envíen estos desechos a países en desarrollado donde se realizan deficientes operaciones de reciclaje afectando gravemente el medio

ambiente y la calidad de vida de la población convirtiéndolos en vertederos de basura tecnológica.

En el Ecuador aún no existen estudios sobre la cantidad de basura electrónica que se genera, tampoco regulaciones que controlen estos desechos o su reciclaje ya que no están denominados en alguna categoría de desechos no obstante existe una propuesta al respecto del Ministerio del Ambiente.

En ausencia de un plan de manejo, los aparatos electrónicos obsoletos se almacenan o se desechan junto a la basura urbana, es un problema que visiblemente no es notorio aún pero que pronto emergerá causando problemas.

Por lo cual es necesario establecer programas locales de manejo y gestión para este relativamente nuevo y creciente tipo de desechos tecnológicos que promuevan la participación de los consumidores, la concienciación de problemas sociales y ambientales que se derivan de los desechos tecnológicos de información, comunicación y entretenimiento.

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una propuesta para la gestión de desechos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico sobre los desechos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja.
- Determinar las alternativas más viables para la gestión de los desechos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja.

TABLA DE CONTENIDOS

CESIÓN DE DERECHOS	i
AUTORÍA	ii
INTRODUCCIÓN	iii
OBJETIVO GENERAL	v
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	v
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	ix
CAPITULO I. APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	1
1.1 Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	1
1.2 Composición de los AEE.....	1
1.3 Ciclo de vida de los AEE.....	1
1.3.1 Agentes que intervienen en el ciclo de vida de los AEE	2
1.4 Categorías de AEE	2
1.5 Símbolo para marcar AEE	4
1.6 Problemas generados por los AEE	4
CAPITULO II. RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS....	6
2.1 Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).....	6
2.1.1 Generación de desechos electrónicos	6
2.2 Materiales tóxicos en los residuos electrónicos.....	7
2.3 Implicaciones en la salud y el medio ambiente.....	7
2.4 Categorías de RAEE.....	10
CAPITULO III. GESTIÓN DE RAEE.....	11
3.1 Las 3R's	11

3.2 Reducir.....	11
3.3 Reutilizar	11
3.4 Reciclar	11
3.4.1 Prácticas peligrosas: reciclaje casero	12
3.4.2 Procesos de reciclado mecánico / físico	12
3.4.3 Refinado	14
3.5 Incineración.....	16
3.6 Tratamiento y Disposición Final	16
CAPITULO IV. REALIDAD LATINOAMERICANA Y ECUATORIANA EN EL MANEJO DE EQUIPOS Y DESECHOS ELECTRÓNICOS	17
CAPITULO V: GESTIÓN DE DESECHOS ELECTRÓNICOS EN LA CIUDAD DE LOJA.....	21
5.1 Objetivos	21
5.2 Alcance	21
5.3 Metodología	22
5.4 Resultados	22
5.5 Propuesta.....	30
5.5.1 Consideraciones Legales	30
5.5.2 Recolección y Procesamiento	32
5.5.3 Difusión y Comunicación	40
5.5.4 Verificación y Control.....	42
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
Bibliografía	47
Referencias	51
Glosario de Términos.....	54
Anexo 1: Lista de productos de las categorías de la Directiva RAEE.....	56

Anexo 2: Empresas dedicadas al reciclaje electrónico a nivel regional.....	60
Anexo 3: Empresas de refinación de residuos electrónicos a nivel mundial	62
Anexo 4: Encuesta.....	65
Anexo 5: Desechos especiales y peligrosos.....	68
Anexo 7: Campaña de reciclaje	73
Anexo 8: Reciclaje de vidrio de TRC y tarjetas de circuito impreso.....	74

LISTA DE FIGURAS

Fig. I.1 Símbolo para marcar AEE	4
Fig. III.1 Separador por corriente de Foucault.....	14
Fig. V.1 Porcentaje de materiales de un celular promedio.....	23
Fig. V.2 Porcentaje de materiales de un televisor con TRC promedio.....	24
Fig. V.3 Porcentaje de materiales de un conjunto de e-waste informático.....	24
Fig. V.4 Corte de cables de alimentación	34
Fig. V.5 Desmontaje de carcasa.....	34
Fig. V.6 Extracción de componentes	35
Fig. V.7 Extracción de yugo.....	35
Fig. V.8 Corte de anillos metálicos.....	35
Fig. V.9 Vidrio reciclado de TRC en mostrador y lavabo de cocina	40
Fig. V.10 Organigrama	43
Fig. 6.1 Logo de clasificación EPEAT oro, plata y bronce.....	71
Fig. 6.2 Logo de eficiencia energética ENERGY STAR.....	72
Fig. 7.1 Afiche para la recolección de celulares y computadores.....	73
Fig. 8.1 Limpieza de TRC	74
Fig. 8.2 Corte por laser	75
Fig. 8.3 TRC y tubos vortex	75
Fig. 8.4 Pantalla y mascara de sombra.....	75
Fig. 8.5 Retiro de elemento fosforado del vidrio de pantalla	76
Fig. 8.6 Vidrio de TRC luego de la aplicación del método de lavado humedo	77
Fig. 8.7 Vidrio reciclado de TRC en mostrador y lavabo de cocina.....	78

LISTA DE TABLAS

Tabla. I.1 Categorías de AEE por líneas.....	2
Tabla. I.2 Categorías de AEE según la Directiva RAEE	3
Tabla. II.1 Implicaciones en la salud y el medio ambiente	8
Tabla. II.2 Categorías de RAEE desde la perspectiva del reciclaje	10
Tabla. V.1 Clasificación de equipos.....	33
Tabla. V.2 Materiales contenidos en componentes de un monitor con TRC.....	36
Tabla. V.3 Materiales contenidos en componentes de CPU	36
Tabla. V.4 Materiales contenidos en componentes de celulares	37

CAPITULO I. APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

1.1 Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)

Los AEE son todos los aparatos que necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos para funcionar adecuadamente y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1000 voltios en corriente alterna y 1500 voltios en corriente continua [2]. Conocidos comúnmente como equipos de baja tensión.

Los AEE han contribuido a la simplificación y reducción de tareas que anteriormente eran manuales y requerían un lapso de tiempo mayor, de igual forma han aportado al mejoramiento de determinadas actividades de la medicina, investigación, procesos industriales, etc., en las cuales la precisión es un parámetro importante y necesario.

1.2 Composición de los AEE

Los materiales y la proporción de cada uno de ellos están en función del tipo de AEE que se trate. Así, por ejemplo, un aparato de línea blanca está constituido principalmente por metales, mientras que en un equipo electrónico de consumo el componente principal es el plástico. Los materiales de los AEE están básicamente dentro de las categorías de: metales (férreos y no férreos), vidrio, plásticos y otros (cartones, caucho, madera, etc.).

1.3 Ciclo de vida de los AEE

El ciclo de vida de los AEE empieza desde la fabricación del producto luego pasa por las cadenas de distribución hasta llegar al usuario. Cuando el equipo utilizado alcanza la obsolescencia (primera vida útil) o presenta fallas en su funcionamiento puede ser reacondicionado para volverlo a reutilizar o puede ser reciclado para recuperar diferentes materiales que se incorporan nuevamente a una industria de fabricación.

1.3.1 Agentes que intervienen en el ciclo de vida de los AEE [2]

➤ **Productor**

Cualquier persona física o jurídica que fabrique aparatos eléctricos y electrónicos.

➤ **Distribuidor**

Cualquier persona física o jurídica de la cadena de suministro que distribuya en el mercado un aparato eléctrico y electrónico

➤ **Usuarios**

Los usuarios son consumidores de aparatos eléctricos y electrónicos.

1.4 Categorías de AEE

➤ **Categorías de AEE por líneas**

En América Latina y en algunos otros países se agrupa a estos aparatos dentro de varias líneas denominadas: línea blanca, línea marrón y línea gris.

La línea blanca incluye los aparatos utilizados en las labores domésticas de conservación y preparación de alimentos, acondicionamiento térmico y limpieza como: frigoríficos, lavaplatos, lavadoras, hornos y cocinas.

La línea marrón incluye todos los aparatos audiovisuales de uso doméstico como: televisores, equipos de música y video.

La línea gris incluye los equipos utilizados en las tecnologías de la información y aparatos de comunicación: los computadores, periféricos y teléfonos móviles.

De éstas la línea gris va rápidamente hacia la representación de la mayor parte de los vertederos tecnológicos debido a la adquisición masiva de computadoras personales (PC) en los hogares y sobre todo a la prematura obsolescencia de los teléfonos móviles.

Tabla. I.1 Categorías de AEE por líneas

Línea Blanca	Electrodomésticos: neveras y congeladores, lavaplatos y lavadoras, hornos y cocinas
Línea Marrón	Equipos de consumo audio y video: televisores, videos, equipos de música

Línea Gris	TIC (Tecnologías de Información y Comunicación): computadores y periféricos, celulares, impresores y faxes
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

➤ **Categorías de AEE de acuerdo a la Directiva RAEE**

La Directiva RAEE de la Unión Europea ha clasificado los AEE en diez categorías.

Tabla. I.2 Categorías de AEE según la Directiva RAEE¹

Categoría		Etiqueta
1	Grandes electrodomésticos	Grandes ED
2	Pequeños electrodomésticos	Pequeños ED
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	TIC
4	Aparatos de consumo	AEC
5	Dispositivos de alumbrado	Alumbrado
6	Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)	Herr. E & E
7	Juguetes, artículos deportivos y de ocio	Juguetes
8	Productos sanitarios	Eq. Médico
9	Instrumentos de vigilancia y control, incluidos los instrumentos industriales de vigilancia y control	V & C
10	Máquinas expendedoras	Expendedoras

¹ Detalle de cada Categoría ver Anexo 1.

1.5 Símbolo para marcar AEE

Un contenedor de basura tachado grabado o adherido a los AEE, es el símbolo que tiene el objeto de reducir la eliminación de los residuos de AEE junto a los residuos urbanos. El significado de este símbolo es la recogida selectiva.

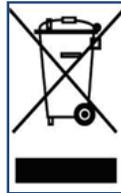


Fig. I.1 Símbolo para marcar AEE

1.6 Problemas generados por los AEE

La innovación constante en la industria tecnológica ha conllevado a que el propietario o consumidor renueve los equipos que posee en un tiempo menor al estimado de duración de vida útil. Estos equipos cuando se convierten en desechos o residuos constituyen un gran volumen de basura.

La fabricación de aparatos electrónicos representa un coste considerable de recursos y energía. Un estudio de la Universidad de Naciones Unidas (UNU) determinó que para la fabricación de un computador de escritorio se requiere al menos 240 kg (530 libras) de combustibles fósiles lo que representa 9 veces su peso, además 22 kg (48 libras) de productos químicos y 15000 litros de agua [3].

De acuerdo con los resultados de una valoración al ciclo de vida de un computador personal de escritorio (Choi et al; 2006), las emisiones de cobre, selenio, mercurio, fluoranteno y níquel en la producción de componentes electrónicos son los más problemáticas.

➤ Problemas sociales asociados a la fabricación y uso de AEE

La demanda creciente de productos electrónicos en especial de teléfonos celulares y computadores ha elevado la extracción de recursos naturales no renovables a tal punto que se están extinguiendo yacimientos naturales de forma acelerada en los últimos años. El coltán (columbita-tantalita) un mineral del cual se obtiene el tantalio un metal resistente al calor y un excelente conductor para la fabricación de chips,

es abastecido por operaciones mineras legítimas de Australia, Canadá y Brasil sin embargo la gran demanda de éste por la industria tecnológica abre paso a operaciones mineras y comercialización ilegal de países como la República Democrática del Congo donde los fondos recaudados de la extracción han servido para financiar una guerra civil sangrienta, además de presentarse atropellos a los derechos humanos en todas las etapas que incurre este proceso (Essick 2001).

Los principales problemas de salud reportados en la industria electrónica en todo el mundo se deben al manejo de materiales tóxicos y la exposición prolongada a los vapores de éstos. La mayoría de incidentes están vinculados a la industria de los semiconductores, donde mediante varias encuestas se dio a conocer el incremento de tipos de cáncer, así como altas tasas de aborto espontáneo entre las mujeres trabajadoras [4].

Existe una proporción indirecta entre el mayor consumo de equipos electrónicos y la extracción de recursos mineros de algunos países o regiones, por ejemplo la Unión Europea es consumidora de un tercio de los recursos minerales que se producen en el mundo mientras que la extracción de materias primas minerales en esta región no alcanza el 5% de la producción mundial.

No es la extracción la que genera los mayores índices de desarrollo, sino su transformación, que en cambio sí quedaría en manos de los países más avanzados tecnológicamente (García 2008). Sin embargo, gracias a los avances tecnológicos y a los nuevos planteamientos ambientales, pueden corregirse los impactos ambientales negativos de la actividad extractiva, siendo de nuevo los países en desarrollo los menos dotados para hacer frente a estos impactos negativos, no sólo por su menor desarrollo tecnológico sino también por un menor desarrollo de sus administraciones ambientales y mineras, responsables de la adecuada aplicación de sistemas de gestión ambiental sostenible en el sector minero [5].

CAPITULO II. RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

2.1 Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)

Los RAEE son todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha [2].

El término RAEE incluye todos los residuos procedentes de equipos eléctricos y electrónicos, mientras que la denominación de basura electrónica es utilizada para los equipos de informática, telecomunicaciones y aparatos de consumo como computadores, celulares, y equipos de audio y video desechados.

2.1.1 Generación de desechos electrónicos

Según datos de StEP (Solving the E-waste Problem) una iniciativa de la Universidad de Naciones 9.2 millones de toneladas de RAEE se derivan de la UE, 8.1 millones de toneladas de RAEE son generados por Norte América. GSM Association estima que 896 millones de teléfonos móviles se vendieron en todo el mundo en el 2006 [6].

En 2007 más de mil millones de teléfonos móviles fueron vendidos en el mercado internacional. Más de 150 millones móviles y buscapersonas se vendieron sólo en los EE.UU. en 2008, casi el doble de la cantidad vendida hace 5 años. Estas cifras de venta significativa, inevitablemente generan un volumen dramático de los desechos electrónicos generados en todo el mundo, cifra que actualmente se sitúa en 40 millones de toneladas por año. En comparación con las estadísticas de 2007, el informe predice que los residuos de viejas computadoras se disparará a 400% en China y Sudáfrica en 2020. En la India los teléfonos móviles viejos aumentará 18 veces. En 2020, los desechos electrónicos de las computadoras en países de Senegal, Uganda se multiplicará por cuatro a ocho veces [7].

Además materiales de gran valor como: el oro, plata, cobre, etc., extraídos de yacimientos naturales, contenidos en los AEE, se pierden o se recuperan escasamente cuando los residuos de éstos no son tratados adecuadamente.

2.2 Materiales tóxicos en los residuos electrónicos

Los residuos electrónicos contienen materiales tóxicos tales como plomo, cadmio, óxido de plomo, bifenilos policlorados (PCB), cloruro de polivinilo (PVC) y retardantes de flama polibromados, como parte de sus componentes y accesorios. Plomo y cadmio en las tarjetas de circuitos, óxido de plomo y cadmio en los monitores de tubos de rayos catódicos (CRT); mercurio en los interruptores y en los monitores de pantalla plana; cadmio en las baterías de la computadora; bifenilos policlorados (PCB) en transformadores y capacitores más antiguos; y retardantes de flama poli bromeados en las carcasas de los equipos y en las tarjetas de circuitos impresos [8].

En los ordenadores las principales aplicaciones del plomo son: los paneles de vidrio en los monitores (3-8 libras por monitor). Se estima que el 22% del consumo anual mundial de mercurio es utilizado en aparatos eléctricos y electrónicos [9].

2.3 Implicaciones en la salud y el medio ambiente

Los componentes tóxicos en los residuos electrónicos constituyen un riesgo para la salud humana y el medio ambiente por la contaminación que producen cuando la disposición final es inadecuada.

Las cubiertas de plástico, los cables y el material aislante de cloruro de polivinilo (PVC) libera dioxinas altamente tóxicas y furanos² cuando son quemadas sin control para obtener el cobre de los cables [8].

Una batería de níquel cadmio de un teléfono celular puede contaminar 50.000 litros de agua y afectar 10 metros cúbicos de suelo, un televisor puede contaminar 80.000 litros de agua por su contenido de metales en las plaquetas y por el plomo y fósforo en el vidrio de la pantalla [10].

En la siguiente tabla (Tabla. II.1) se muestran algunos ejemplos.

² Las dioxinas y furanos: "se forman como productos secundarios no deseados en gran variedad de procesos, como la incineración y quema de residuos". INVENTARIO PRELIMINAR DE EMISIONES DE DIOXINAS Y FURANOS (D&F) EN EL ECUADOR.

Tabla. II.1 Implicaciones en la salud y el medio ambiente

Efectos en la salud	Impacto en el Medio ambiente
Mercurio	
<p>Puede causar daño a diversos órganos incluyendo el cerebro y los riñones. El desarrollo del feto es muy sensible a través de la exposición materna al mercurio.</p>	<p>Cuando el mercurio, en cualquiera de sus formas, entra en contacto con el agua o tierra, se convierte en metil mercurio orgánico por la acción de una bacteria. Metilado el mercurio se acumula fácilmente en los organismos vivos y se concentra a través de la cadena alimentaria, varios estudios han demostrado la presencia de mercurio en peces.</p>
Cromo hexavalente/cromo VI	
<p>Puede causar daño al ADN Es extremadamente tóxico por envenenamiento El efecto de este compuesto en la salud humana depende de la manera de exposición. Por ejemplo, la inhalación puede causar catarro, sangrado de nariz, úlceras, perforaciones en el seno nasal e inclusive cáncer. La ingestión a través de la comida o agua contaminadas pueden causar daños en el estómago, riñones, hígado, úlceras y convulsiones e inclusive la muerte. Si la exposición es por contacto, puede causar úlceras en la piel.</p>	<p>Cuando los componentes electrónicos son quemados, el 99% del cromo VI permanece en los residuos y cenizas, contaminando el suelo de una manera tóxica, pudiendo llegar a las corrientes de agua, representando un riesgo aún mayor.</p>
Cadmio	
<p>La exposición al cadmio ocurre generalmente por inhalación y a través de la ingestión de comida o agua contaminada. La inhalación de grandes cantidades puede provocar daño</p>	<p>El cadmio que contiene una sola batería de celular es suficiente para contaminar más 675000 litros de agua.</p>

<p>pulmonar y muerte y la exposición a cantidades pequeñas durante largos periodos puede causar presión alta y daño en los riñones. Este metal es cancerígeno.</p>	
<p>Plomo</p>	
<p>Causa daños al sistema nervioso central y periférico, al sistema sanguíneo, riñones, sistema reproductivo.</p>	<p>El plomo se acumula en el medio ambiente. Tiene efectos agudos y crónicos en plantas, animales y microorganismos.</p>
<p>Polibromobifenilos (PBB)</p>	
<p>La exposición a esta sustancia puede provocar daños en los riñones, hígado y la glándula tiroides. Los fetos que estuvieron expuestos al PBB mostraron tener problemas en su sistema endocrino. De igual manera se sospecha que el PBB es cancerígeno.</p>	<p>El PBB puede disolverse escasamente en el agua, pero se adhiere fuertemente al suelo por los cuales puede llegar a los alimentos, magnificado a lo largo que pasa por la cadena alimenticia.</p>
<p>Polibromodifeniléteres (PBDE)</p>	
<p>La exposición se puede dar el momento en que los plásticos que contienen esta sustancia son reciclados. La preocupación del efecto que pueda tener en la salud humana se da porque el PBDE que tiene de 4 a 6 moléculas bromadas puede actuar como tiroxina, dañando el sistema endocrino. Los niños expuestos muestran daños en la tiroides y anormalidades neurológicas.</p>	<p>El PBDE es fácilmente liberado al medioambiente y como los otros retardante de llama, no se disuelve en agua y se adhiere fuertemente al suelo, de donde pasa a los organismos que contienen los alimentos.</p>

2.4 Categorías de RAEE

➤ Categorías de acuerdo a la Directiva RAEE

Para la Directiva RAEE de la Unión Europea las categorías de la basura electrónica o e-waste son las mismas dadas a los AEE que se muestra en la Tabla I.2.

➤ Categorías de RAEE desde la perspectiva de reciclaje [1]

Desde esta perspectiva los equipos son clasificados según los procesos similares de reciclaje a los que serán sometidos.

Tabla. II.2 Categorías de RAEE desde la perspectiva del reciclaje

	Categoría	Ejemplo	Justificación
1	Aparatos que contienen refrigerantes	Neveras, congeladores, otros que contienen refrigerante	Requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.
2	Electrodomésticos grandes y medianos (menos equipos de la categoría 1)	Todos los demás electrodomésticos grades y medianos	Contienen en gran parte diferentes metales y plásticos que pueden ser manejados según los estándares actuales
3	Equipos de iluminación	Tubos fluorescentes, bombillos	Requieren procesos especiales de reciclaje o valorización.
4	Aparatos con monitores y pantallas	Televisores, monitores TRC, monitores LCD	Los tubos de rayos catódicos requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.
5	Otros aparatos eléctricos y electrónicos	Equipos de informática, oficina, electrónicos de consumo, electrodomésticos de la línea marrón	Están compuestos en principio de los mismos materiales y componentes y por ende requieren un tratamiento de reciclaje o valorización muy semejante.

CAPITULO III. GESTIÓN DE RAEE

3.1 Las 3R's

El principio de las 3R's sigla de Reducir, Reutilizar y Reciclar es un enfoque que hace referencia a gestionar los desechos de forma sustentable desde su origen hasta la disposición final, reutilizar para alargar la vida útil de los productos o reciclar para que nuevamente ingresen a una cadena de producción.

3.2 Reducir

Reducir se refiere a tratar en lo posible disminuir el volumen y nocividad de desechos o residuos desde la fuente donde se originan o se generan.

3.3 Reutilizar

El reuso de un equipo eléctrico o electrónico se refiere a cualquier utilización del aparato o sus partes que tiene la misma función para la que el aparato fue diseñado. Reutilizar significa usar un aparato más de una vez, o por más de un usuario después de otro [12].

Reutilizar es desde la perspectiva ambiental la opción más adecuada para los equipos electrónicos que han terminado su primer ciclo de vida útil, es decir cuando sus propietarios los dan de baja por obsolescencia o por daños susceptibles de reparación.

Para conseguir el objetivo de reutilizar los equipos luego de su primera vida útil, es necesario recogerlos y almacenarlos adecuadamente, para posterior evaluación de la condición física y funcional y consignarlos al reacondicionamiento o reparación.

➤ Reacondicionamiento

El reacondicionamiento tiene por objetivo restablecer las características funcionales y estéticas de un equipo electrónico mediante un proceso técnico que garantice nuevamente su operación en un nuevo ciclo de vida.

Si el reacondicionamiento de un equipo no es viable, la opción es el desensamblado de sus partes, las cuales son clasificadas según su procedencia y características para reciclarlas.

3.4 Reciclar

Por reciclado se entiende al proceso de recuperación de materiales que provienen

en este caso de los desechos o residuos electrónicos como plástico, vidrio, metales ferrosos y no ferrosos con el fin de reutilizarlos nuevamente como materia prima en la fabricación de nuevos equipos o en la industria que lo requiera.

3.4.1 Prácticas peligrosas: reciclaje casero

El reciclaje casero se refiere a la forma rudimentaria en que se trata de recuperar metales como el oro, la plata y el cobre contenidos en algunos componentes y partes de la basura electrónica.

Entre las prácticas más inadecuadas se encuentran el calentamiento de placas de circuito impreso a llama abierta para desoldarlas, el tratamiento de paneles de circuito impreso (PCI) en baños de ácido para recuperar el oro y otros metales valiosos, la quema al aire libre de cables y alambres recubiertos en PVC para recuperar el cobre, los métodos destructivos para separar los materiales en los tubos de rayos catódicos (TRC), y la quema de residuos al aire libre para recuperar metales [13]. Las consecuencias de estos procedimientos rudimentarios son la contaminación del suelo, el agua y el aire que afecta la salud de las personas que realizan esta actividad y de la comunidad que vive en el entorno. Además de esto, el reciclaje casero carece de buenos resultados en términos de conservación de recursos.

Según estudios realizados en la India se estima que la eficacia total de un proceso químico húmedo para la recuperar oro de una placa de circuitos impresa (PCI) es del 20%, mientras que en una instalación de última generación en la Unión Europea, se puede recuperar el 95%, además de otros 16 metales preciosos con menores emisiones totales [13].

3.4.2 Procesos de reciclado mecánico / físico

Un paso previo en el caso de reciclado mecánico de RAEE es el desensamblado manual en el que se separa o extrae materiales peligrosos como: vidrio con plomo, vidrio con bario, cañón de electrones con bario, polvo fosforescente, condensadores que contengan bifenilos o trifenilos policlorados (PCB o PCT), pilas y acumuladores y tarjetas de circuitos impresos con soldaduras de plomo [14].

➤ **Desmontaje**

Realizar un desmontaje se refiere a clasificar cada uno de sus componentes por separado. El desmontaje es el esquema de extracción o remoción de un componente o una pieza o un conjunto de piezas de un equipo (desmontaje parcial) o la separación de todas las piezas (desmontaje completo) con un propósito determinado (reutilizarlos o reciclarlos).

Este tipo de operaciones rinden corrientes de materiales recuperados muy puras a la par que requieren un esfuerzo en mano de obra muy importante [15].

Posteriormente se aplica los procesos de trituración y separación. Los esquemas mecánicos consisten en molienda, separación y concentración que reducen las necesidades de personal (gran capacidad) pero producen contaminaciones cruzadas y generan mezclas complejas de materiales que se deben tratar [15].

➤ **Trituración**

Permite la reducción de tamaño del residuo mediante la aplicación de diversos tipos de fuerzas. Para lo cual se adapta diversas configuraciones dependiendo del residuo como por ejemplo trituradoras de rodillos, molinos de cuchillas y molinos de martillo, como resultado de este proceso mecánico se obtiene fragmentos de materiales diversos que posteriormente son separados.

El desmontaje manual o etapas de procesos mecánicos como la trituración o molienda para reducir el volumen del residuo no generan efluentes que deban ser tratados químicamente.

➤ **Separación**

Posterior a la reducción de tamaño se requiere separar los diversos residuos, los sistemas de separación empleados son:

- Separadores electrostáticos de corona: La separación electrostática es una tecnología que posibilita la separación de materiales que no puede lograrse utilizando clasificación manual u otros métodos automáticos. Los materiales que componen las mezclas pueden ser separados de forma automática mediante separadores electrostáticos de corona si los diferentes materiales

poseen una conductividad eléctrica distinta. El campo de aplicación preferente de estos separadores es la separación de materiales metálicos (conductores) de los no metálicos (no conductores) presentes en mezclas que pueden generarse en el proceso de reciclado de RAEE [15].

- **Sistemas de Cribado:** Se aplican a la separación de una mezcla de materiales en dos o más fracciones con diferentes tamaños de partícula por medio de una superficie tamiz que actúa como medidor múltiple de aceptación y rechazo [15].
- **Separadores magnéticos:** Estos equipos son muy utilizados en la industria recicladora y su función es separar metales magnéticos de corrientes de materiales que se transportan sobre bandas.
- **Separadores de Corriente de Foucault o Eddy Currentes:** El Separador de Corriente Eddy es capaz de separar metales de chatarra, y eliminar partículas metálicas y contaminantes del vidrio y otras sustancias. Los Separadores de Corriente Eddy ofrecen un método efectivo de costo de recuperación hasta de un 95% de material valioso de la basura y desechos, al clasificar metales preciosos para su proceso más adelante [16].



Fig. III.1 Separador por corriente de Foucault

- **Separadores por densidad o flotación:** son normalmente utilizados para separar los materiales metálicos de los no metálicos (por ejemplo plásticos), debido a su diferencia de densidad, utilizando para ello un flujo de agua.

3.4.3 Refinado

Con la refinación térmica y química se recupera metales preciosos como el oro, la plata o metales no ferrosos contenidos en las tarjetas de circuito impreso y en otros componentes eléctricos, a través de procesos térmicos o químicos. La refinación de

metales preciosos es la separación de estos de los metales nobles. Pueden entrar en este proceso: catalizadores usados, componentes electrónicos, minerales o aleaciones metálicas. La refinación de metales preciosos es un proceso muy costoso y complejo. Con el fin de aislar los metales preciosos, se utilizan como procesos la pirólisis, la hidrólisis o una combinación de ambas. En la pirólisis, los metales nobles son separados de los otros materiales no nobles, a través de la fundición o la oxidación. En la hidrólisis, los metales nobles son disueltos en aqua regia (compuesto de ácido clorhídrico y ácido nítrico) o mediante una solución de ácido clorhídrico y gas de cloro. Posteriormente, ciertos metales pueden ser precipitados o reducidos directamente en relación con una sal o un gas orgánico. Después pasan por las etapas de limpieza o recristalización. El metal precioso se separa de la sal por calcinación. Los metales nobles primero son hidrolizados y posteriormente son pirolisados [14].

Las refinadoras o plantas de fundiciones especializadas recuperan recursos no renovables de residuos provenientes de diversas fuentes. En la refinación de metales se tratan tarjetas de circuitos impresos, circuitos integrados, memorias, chip-set, conectores, contactos y en general piezas que contienen un alto grado de cobre, estaño, níquel, oro, plata, platino, germanio, paladio y etc. En la refinación de plástico (polímeros) se trata carcasas de plástico (plástico ABS) de ordenador, monitor, impresoras que entran inicialmente a un proceso de trituración.

SIPi Metals Corp. es un refinador de metales precioso y fabricante de aleaciones de cobre, donde las tarjetas electrónicas son trituradas en tamaño de pocos milímetros y luego pasan a un horno para fundirlas, las baterías de celulares recargables de litio o ion y níquel metal se funden en hornos a una temperatura superior a 1450° centígrados, recuperando metales como cobalto níquel hierro y cobre. Cumpliendo las normas de cuidado ambiental los gases resultantes del proceso de fundición se recuperan y se tratan nuevamente para obtener otros metales valiosos.

Los metales refinados se reutilizan en otros usos industriales, joyería o para la fabricación de baterías recargables de celulares y computadores portátiles. El plástico recuperado de carcasas de celulares, pueden reutilizarse en la fabricación de llantas y delanteras para autos.

3.5 Incineración

La incineración es un proceso de valorización energética. Los residuos combustibles se incineran con o sin otros residuos.

Los materiales sin valor, no aprovechables o sin contenido peligroso, pueden ser incinerados en procesos con altos estándares técnicos que permiten la recuperación del valor energético y evitan la contaminación por emisiones atmosféricas a través de sistemas de control apropiados [17]. Debidamente manejada la incineración puede servir a diferentes propósitos, destrucción de compuestos acompañada por una drástica reducción de su volumen y peso (a temperaturas sobre 1200°C), generación de energía e incorporación de sustancias inertes a materias primas [18].

3.6 Tratamiento y Disposición Final

➤ Estabilización

Es el proceso por el cual se agregan aditivos para reducir la naturaleza peligrosa de un desecho, por ejemplo ácidos o bases presentes en rezagos electrónicos o cristales líquidos de LCD para minimizar la velocidad de migración de un contaminante en el ambiente o para reducir su nivel de toxicidad. Por lo expuesto la estabilización puede ser descrita como un proceso por el cual los contaminantes se confinan total o parcialmente por la adición de un medio de soporte, ligante u otro agente alternándose la naturaleza física del desecho, por ejemplo su compresibilidad o permeabilidad [18].

➤ Inertización

Tratamiento de los residuos para transformarlos en sustancias químicas inertes, esto es sustancias estables que tienden a no sufrir alteraciones por procesos físico-químicos o biológicos, por lo que pueden almacenarse en vertederos.

➤ Relleno de seguridad o landfill

Es una instalación para la disposición final de residuos especiales en un lugar de almacenamiento permanente. Usualmente son construidos en celdas en las cuales existen barreras de separación entre ellas, construidas con suelos locales debidamente acondicionados a fin de evitar escape de residuos. La preocupación primaria de toda operación con un landfill es evitar la contaminación del agua subterránea su diseño se basa en evitar o disminuir la generación de lixiviados [18].

CAPITULO IV. REALIDAD LATINOAMERICANA Y ECUATORIANA EN EL MANEJO DE EQUIPOS Y DESECHOS ELECTRÓNICOS

La innovación tecnológica y la reducción de precios en algunos de los AEE junto a otros factores han contribuido a que la adquisición y consumo de éstos se incremente en Latinoamérica, la cantidad de equipos electrónicos en hogares, empresas, instituciones públicas y privadas, y en diversas industrias cada vez es mayor.

Según la base de datos del Banco Mundial el promedio de suscripciones de telefonía celular en América Latina y El Caribe se incrementó de 12 por cada 100 habitantes en el año 2000 a 80 por cada 100 habitantes en el año 2008, y el promedio de usuarios de internet de 3.8 por cada 100 habitantes en el año 2000 a 26.6 usuarios por cada 100 habitantes en el año 2007.

En el Ecuador el promedio de suscripciones de telefonía celular se incrementó de 4 por cada cien habitantes en el año 2000 a 86 por cada cien habitantes en el año 2008, y el promedio de usuarios de internet de 1.5 por cada 100 habitantes en el año 2000 a 9.7 usuarios por cada 100 habitantes en el año 2008.

Algunos estudios³ realizados en países de la región como Perú, Colombia, Chile y Argentina sobre la generación de residuos electrónicos muestran que el promedio de vida útil de un teléfono celular es de 18 meses y el de un computador es de tres años.

Además se señala que gran parte de los equipos electrónicos de consumo puestos en el mercado Latinoamericano son: importados o ensamblados localmente con más del 80% de los componentes manufacturados en el exterior [18].

³ Diagnostico del Manejo de los Residuos Electrónicos en el Perú. Informe Final, 31 de Enero 2008.

Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia. Diagnostico de Computadores y Teléfonos Celulares. Informe Final, 31 de marzo de 2008.

Generación de residuos electrónicos en Chile. Tesis de Maestría, Julio 2007.

Diagnostico producción, importación y distribución de productos electrónicos y manejo de los equipos fuera de uso. Informe Final, Junio 2009.

Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina. Marzo de 2007.

La reutilización de equipos electrónicos es algo común en Latinoamérica sobre todo dentro del círculo familiar y afectivo, sin embargo esta cadena de traslado tarde o temprano termina y se requiere tener opciones de destino para el final de su vida útil.

Para el caso específico de computadores, el reacondicionamiento con fines sociales es una iniciativa de algunos países que tienen como referencia el modelo canadiense "Computers for Schools". El programa "Computadores para Educar" del Ministerio de Tecnología de la Información y Comunicación de Colombia, es el más representativo en la región clasifica, reacondiciona y destina los equipos donados a centros educativos, ha entregado 233.384 computadores en 10 años de existencia.

Cuando los equipos electrónicos ya no se pueden destinar al reacondicionamiento y/o reutilización son desarmados para extraer piezas o parte que sirvan como repuesto. Los demás componentes o piezas descartadas se reciclan para recuperar los materiales con que están constituidos.

En América Latina las operaciones de empresas dedicadas a la industria del reciclaje se basan primordialmente en procesos de desensamblado técnico para separar los componentes, clasificarlos y acondicionarlos para la venta.

Los componentes o materiales valorizables que no pueden ser tratados local o nacionalmente se venden a grandes empresas de reciclado o refinado con la tecnología e infraestructura apropiada para recuperar metales base o metales preciosos de rezagos electrónicos, y los residuos no valorizables que contienen elementos como cadmio son dispuestos en rellenos de seguridad con un coste para el generador.

Estas empresas operan en el mercado de gestión de rezagos electrónicos, básicamente dentro de los residuos procedentes de la: telefonía, informática y circuitos impresos de diverso origen [18].

En América Latina no existe una planta de refinado debido a que la misma requiere una alta inversión⁴ y grandes volúmenes que justifiquen su instalación. Los materiales exportados comúnmente son destinados a Europa, Asia o EEUU. Los mismos deben cumplir las condiciones del comprador en cuanto a las características del desecho o residuo.

La mayor demanda de estos residuos para la recuperación de materias primas proviene de los países fabricantes de los equipos, debido a que están más vinculados a la ingeniería de materiales que los conforman.

Entre los equipos electrónicos de mayor consumo en el Ecuador se encuentran los celulares, un mercado que ha ido expandiéndose desde sus inicios. En torno al tema, las empresas telefónicas Porta y Movistar han presentado campañas con el fin de promover el reciclaje, consisten en el acopio de celulares, baterías y accesorios en ánforas colocadas en centros de atención al cliente, donde el usuario puede depositarlos sin ningún costo ni tampoco incentivo. Posteriormente los equipos son exportados a Estados Unidos donde se recuperan materiales como cobre y plata.

Nacionalmente algunas empresas se dedican al acopio, desmontaje y recupero de ciertos materiales provenientes de estos residuos, otros artefactos y demás chatarra en la que puedan realizar esta operación y represente alguna rentabilidad, algunos componentes con demanda en el exterior se venden cumpliendo las especificaciones dadas por el comprador.

La empresa Reciclometal ubicada en la ciudad de Quito se dedica al manejo y reciclaje de materiales metálicos y electrónicos, es el único gestor de chatarra electrónica con permiso de la Dirección Municipal de Medioambiente. En cuanto a reciclaje de residuos electrónicos recupera algunas partes y componentes como tarjetas de circuito impreso, circuitos integrados entre otros, los cuales pasan por un proceso de desarmado, clasificación y separación. Posteriormente se almacenan hasta reunir la cantidad suficiente que permita venderlos al exterior y cubrir los

⁴ La planta de Umicore en Haboken invirtió, entre 1997 y 2003, cerca de 200 millones de euros en tecnología para tratar chatarra electrónica

costos de envío. Para esta empresa exportar un contenedor de 20 toneladas representa haber gestionado unas 25.000 computadoras.

La miniaturización de los nuevos equipos electrónicos ha supuesto un encarecimiento en los costos de todo tipo de reciclaje debido a que la presencia de metales preciosos, cobre y otros materiales valorizables en los equipos también ha disminuido. Quienes se dedican a esta tarea en el país reciclan además otros materiales que les permite solventar los costos de operación; el servicio de destrucción de activos estratégicos y reducción de volumen también supone un ingreso para quienes reciclan estos residuos.

Los planes de reciclaje de empresas de marcas conocidas de productos de computación y suministros de impresión están disponibles solo en algunos países de Latinoamérica⁵.

⁵ Para verificar la disponibilidad del plan de reciclaje HP en Ecuador remitirse a:
<http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/recycling/product-recycling.html>

CAPITULO V: GESTIÓN DE DESECHOS ELECTRÓNICOS EN LA CIUDAD DE LOJA

Nuestra responsabilidad como lojanos es tratar de solucionar problemas locales al igual que como profesional en formación del área de electrónica y telecomunicaciones, no se puede dejar de lado las consecuencias que genera el uso de tecnología.

Por lo tanto se propuso trabajar sobre las posibilidades del manejo de los residuos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja.

5.1 Objetivos

Objetivo General

Elaborar una propuesta para la gestión de los desechos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja.

Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico sobre los desechos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja.

Determinar las alternativas más viables para la gestión de los desechos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja.

5.2 Alcance

El alcance de esta propuesta es dar pautas y alternativas en el manejo de desechos electrónicos en la ciudad de Loja, que sirvan para concienciar y promover la participación de los actores involucrados en el uso y adquisición de TIC's y dar un tratamiento adecuado a los desechos procedentes de éstos como un esfuerzo más a los ya existentes por contribuir al bienestar de la ciudadanía procurándole un entorno saludable.

La propuesta va desde la recolecta hasta la disposición final, a más de la difusión y capacitación para los involucrados, así como el seguimiento y monitoreo. Incluye

como involucrados la ciudadanía, empresas que ocupan equipos electrónicos, Municipio y empresas que gestionan este tipo de desechos.

5.3 Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica de diferentes estudios para conocer la realidad del mercado de equipos electrónicos de información y consumo en la región, las expectativas de crecimiento y el volumen de desechos generados. Además de las alternativas e infraestructura para realizar procesos que permiten la reutilización o reciclaje de estos equipos.

Para obtener la información básica de la situación local se utilizó las técnicas de acopio empírico, como la encuesta, la entrevista a personas relacionadas con el tema y la visita al relleno sanitario de la ciudad de Loja.

Con esta información se estableció un esquema de trabajo que muestra la composición de equipos electrónicos de mayor uso, alternativas de manejo, factibilidad, alternativa de mayor viabilidad y gestión para elaborar una propuesta aplicable a la zona.

La propuesta comprende cuatro aspectos generales que son: consideraciones legales, recolección y procesamiento (recolección selectiva, transporte, recepción y procesos en planta de reciclaje), difusión y comunicación y, verificación y control (responsables, presupuesto y cronograma).

5.4 Resultados

Para conocer cuáles son los equipos electrónicos de mayor adquisición en la ciudad de Loja y cuáles son los equipos en estado de desuso o considerados inservibles, se aplicó una encuesta⁶ dirigida a quienes poseen algún equipo electrónico, la misma fue realizada al personal y usuarios de entidades educativas, de salud, públicas y privadas y personas particulares en diferentes puntos de la ciudad.

⁶ Ver Anexo 4

De acuerdo a los datos obtenidos se observó que el 71,7% de los encuestados manifestó poseer algún equipo electrónico en desuso, además que la práctica más común de las personas encuestas frente a un equipo en desuso es guardarlo (47,1%). De igual manera se pudo observar que los equipos en desuso en mayor porcentaje son los celulares (16,9%), televisores (16,2%), computadores (15,6%), impresoras (14,5%), y calculadoras (11,2%).

En la localidad no existen empresas establecidas que realicen un proceso de reciclado de equipos electrónicos, es por esto que cuando el dueño o poseedor desea o requiere finalmente deshacerse de los equipos que ya no ha de almacenar o reparar, lo más frecuente es que los mismos sean entregados a chatarreros o sean depositados junto a la basura domiciliaria.

A. Composición de equipos electrónicos de mayor uso

➤ Celulares

Un celular promedio está constituido: 50% plástico, 15% cobre, 15% vidrio y cerámica, 4% cobalto y litio, 4% carbono, 3% hierro, 2% níquel, 1% estaño, 6% otros: zinc, plata, cromo, tantalio, cadmio, plomo, antimonio, oro, paladio.

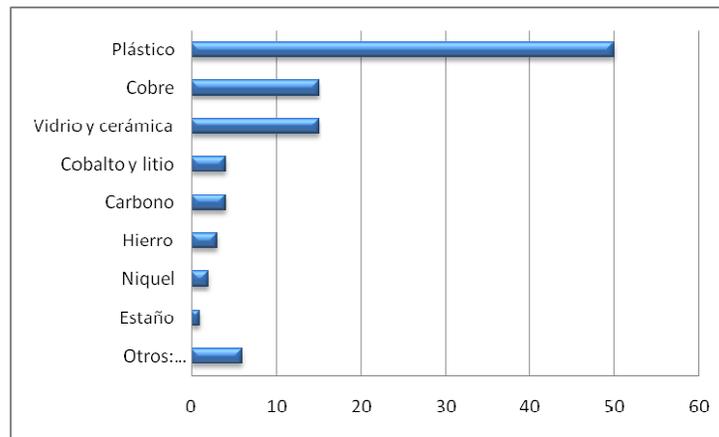


Fig. V.1 Porcentaje de materiales de un celular promedio.

➤ Equipos con TRC

Un televisor con tubos de rayos catódicos promedio está constituido: 57% vidrio, 23% plástico, 10% hierro, 3% cobre, aluminio 2%, 5% otros.

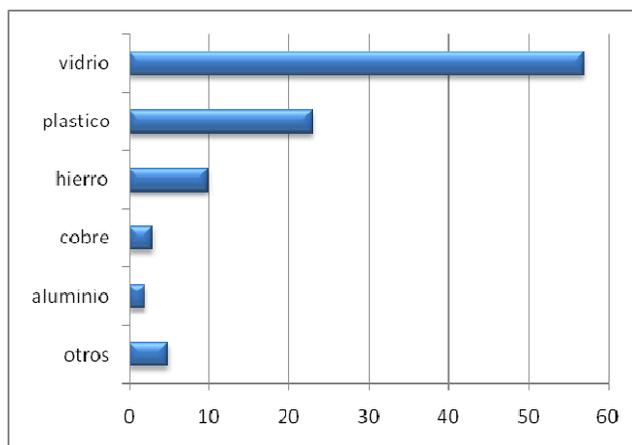


Fig. V.2 Porcentaje de materiales de un televisor con TRC promedio.

➤ Conjunto de e-waste informático

La composición de un conjunto de e-waste informático que conste de CPU, teclado, mouse, monitor, impresora, parlantes y scanner tiene en porcentaje 27% de metales ferrosos (acero, latón, níquel), 25,5% metales no ferrosos (cobre, aluminio, plomo), 24% plásticos, 12% vidrio(monitores), 1-2% metales preciosos (oro, platino, plata), 4% otros y componentes peligrosos 3%.

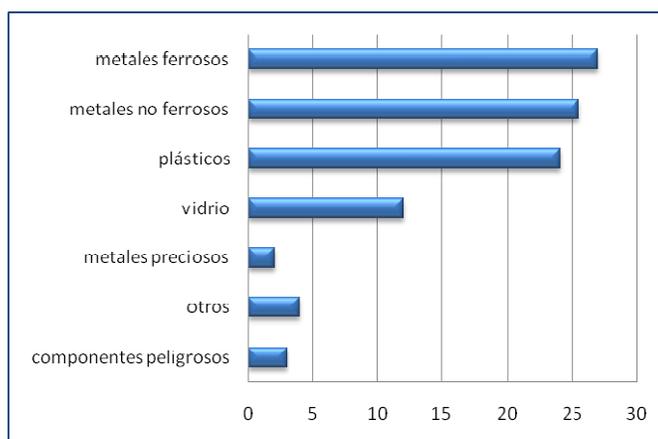


Fig. V.3 Porcentaje de materiales de un conjunto de e-waste informático

B. Alternativas de manejo

Las alternativas de manejo para los equipos electrónicos desechados son:

➤ **Reciclaje**

Los equipos electrónicos pueden ser reciclados mediante procesos físico/mecánico y refinados para recuperar los materiales contenidos en éstos y volverlos a introducir como materia prima en un nuevo ciclo de producción que puede ser cerrado o abierto.

➤ **Incineración**

Los residuos electrónicos pueden utilizarse como material de combustión para generar energía.

➤ **Disposición en rellenos de seguridad**

Los residuos electrónicos pueden ser colocados en rellenos de seguridad como disposición final y evitar que elementos o sustancias peligrosas puedan generar lixiviados que contaminen el ambiente.

C. Factibilidad desde diferentes puntos de vista

Es importante analizar las alternativas para el manejo de equipos electrónicos desechados a fin de determinar la factibilidad económica, social y ambiental de las mismas.

➤ **Refinado**

Económica

Económicamente una planta de refinado requiere una gran inversión ya que la implementación y la refinación es un proceso muy costoso y complejo, además la basura electrónica generada local o nacionalmente no justifica la inversión de una planta de esta naturaleza ya que es esencial manejar grandes volúmenes de residuos para mantener operando la planta.

Social

Si este proceso no puede realizarse con la infraestructura y tecnología adecuada, no se genera un beneficio en la calidad de vida de los habitantes, sino que

producen efectos perjudiciales a su entorno, ya que se generan flujos de residuos líquidos o sólidos contaminantes que deben ser tratados.

Ambiental

La recuperación o reciclaje de materiales a través de mecanismos apropiados permite conservar recursos y reducir el impacto ambiental que provoca la extracción de los mismos desde yacimientos naturales o menas.

➤ **Incineración**

Económica

La quema en hornos de residuos electrónicos con fines energéticos requiere una gran inversión económica⁷ para la instalación de infraestructura de alta tecnología para la incineración y tratamiento de los gases o residuos altamente contaminantes que se generan durante el proceso, consiguiendo disminuir al máximo los riesgos de contaminación a la atmósfera y al suelo.

Social

La incineración de residuos electrónicos en hornos para generar energía está sujeta a la regulación o leyes nacionales.

Ambiental

La quema en hornos de residuos electrónicos provoca una pérdida de recursos ya que no se recuperan materias primas de los desechos o residuos.

Dada la heterogeneidad de materiales contenidos en residuos electrónicos se considera contraproducente la incineración de éstos debido a la generación y dispersión de contaminantes y sustancias tóxicas.

Para que este proceso no presente efectos perjudiciales al medio ambiente, la quema en hornos de residuos electrónicos requiere de alta tecnología para dar tratamiento a la emanación de gases o residuos contaminantes.

⁷ Aproximadamente 50 a 60 millones de US\$. Un manual para la Gestión de Residuos y Componentes Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe Manual para el Emprendedor Parte 2.

➤ **Disposición en relleno de seguridad**

Económica

A menudo la inversión y gastos que incurre el manejo de un relleno de seguridad donde se deposite residuos electrónicos catalogados como peligrosos, se solventan con la cuota de pago del generador del residuo por el espacio destinado para su confinación.

Social

El diseño e implementación de un relleno de seguridad donde también se puedan confinar determinados residuos electrónicos está sujeta a la regulación o leyes nacionales.

Ambiental

En la medida en que sea posible se debe tratar de reducir la cantidad de desechos o residuos destinados a un relleno.

Los residuos confinados a un relleno de seguridad deben tener un tratamiento previo que neutralice los elementos o sustancias peligrosas antes de su disposición final.

D. Alternativa de mayor viabilidad: Clasificación, procesos de reciclaje, venta, disposición en relleno y celdas de seguridad.

Debido a la realidad local y teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de los distintos tipos de manejo, los equipos pueden recolectarse de modo diferenciado luego ser transportados al relleno sanitario para ser evaluados y destinados a posteriores procesos de reacondicionamiento, reutilización, desmontaje parcial o total, clasificación para la venta y disposición final de los residuos.

En la ciudad de Loja ya se realiza una clasificación diferenciada de residuos domiciliarios en biodegradables y no biodegradables, por lo que solicitar la participación en un proceso de recogida selectiva de desechos electrónicos es una actividad que se puede efectuar.

Teniendo presente que el reacondicionamiento y reutilización es desde la perspectiva ambiental la opción más deseable para un equipo que ha llegado al

final de su primera vida útil, mediante una evaluación física y técnica se puede determinar si los equipos y accesorios de cómputo poseen las condiciones mínimas necesarias para destinarlos al reacondicionamiento y posterior reutilización. Esta evaluación técnica puede ser realizada por personal del área de soporte técnico de computación del I. Municipio de Loja.

Los equipos de cómputo y accesorios que no hayan cumplido las condiciones necesarias para reacondicionarlos pueden desarmarse parcialmente para separar los componentes que pueden ser reutilizados.

Una vez desmontados los equipos electrónicos, para la reutilización o reciclaje de las piezas o componentes separados se clasifican según el tipo de material por ejemplo elementos que contengan plástico, vidrio, cobre, aluminio o la clasificación de componentes por ejemplo tarjetas de circuito impreso.

Etapas previas y procesos mecánicos de reciclaje pueden realizarse dentro del relleno sanitario en la planta de reciclaje con una adecuación mínima de ser requerida, por lo que se estaría dando uso de la misma en un nuevo proceso.

Algunos de los equipos o maquinas que posee la planta de reciclaje como balanza, molino, cilindro para lavar material reciclado, prensa, pueden ser utilizados en etapas de acondicionamiento del material que será destinado a la venta o a la disposición final.

Gestión

En la ciudad de Loja la adquisición de equipos electrónicos de comunicación e información se ha ido incrementando paulatinamente desde que se acentuó su presencia en hogares y oficinas. En algunos casos los equipos se han vuelto obsoletos para sus propietarios debido a limitación de recursos físicos o materiales para realizar nuevas aplicaciones y servicios y se renuevan en un corto periodo, además del parque existente de equipos antiguos como televisores, es necesario dar un manejo adecuado a los equipos electrónicos que se desechan.

Un plan de reciclaje se desarrolla con el precedente y referencia del principio “de la cuna a la tumba” que menciona que un producto en este caso un equipo electrónico

debe pensarse desde su fabricación hasta cuando llegue al final de su vida útil y toda la cadena de entes responsables por las cuales se traslada el equipo como el fabricante, el distribuidor o el usuario.

Si se tiene en cuenta que en Latinoamérica no se posee tecnología para reciclar y refinar los materiales contenidos en estos residuos y que los componentes que se venden y exportan a refinadoras con la tecnología disponible para realizar esta tarea, quienes especifican las características del rezago a comprar o recibir, están desarrollando procesos de recupero de materiales basados en ingenierías de fabricación similares que cumplan objetivos de diseño sostenible para las cuales el tratamiento final sea similar para procesar grandes volúmenes de residuos, por lo que en el futuro los equipos que hayan sido fabricado fuera de esta generalidad de diseño estarían quedándose fuera de un proceso de reciclado, ya que se estaría incrementando costos en la operación de diversos procesos de recuperación al tratar grandes volúmenes pero segmentados en diversos tipos de materiales, lo cual no es atractivo para ninguna industria que lo que busca permanentemente es disminuir gastos de operación y mantenimiento y obtener rentabilidad.

Para el manejo de los desechos ya generados hasta el momento, se debe tener presente cuales serán los desechos electrónicos que se irán acumulando a los ya existentes. En nuestro medio el cambio por la tecnología de pantallas planas en monitores de ordenador y televisores se ha ido dando paulatinamente, algo que continuará de esa manera en los próximos años más aun con el cambio hacia la transmisión digital de televisión, aunque no sea necesario deshacerse de los televisores antiguos de TRC sino adaptarlos, es un fenómeno que de a poco irá reemplazando antiguos equipos por otros nuevos y modernos, como ya ha ocurrido con los equipos de computación en oficinas y hogares debido a que aparte de las características técnicas que el equipo pueda ofrecer, presentan ventajas de sencilla apreciación para el consumidor en comparación a sus predecesores como lo es ocupar menos espacio físico, ser más liviano, se suma el hecho de que la venta de los conocidos televisores y monitores con tubos de rayos catódicos se va extinguiendo en los comercios locales, ya que a nivel mundial estos equipos se fabrican menos. Por lo que los desechos inmediatos serán provenientes específicamente de televisores y monitores de ordenador. La mayoría de los viejos equipos poseen tubos de rayos catódicos.

5.5 Propuesta

5.5.1 Consideraciones Legales

La Constitución del Ecuador, reconoce a los habitantes el derecho a vivir en un ambiente sano, considera de interés público la salud humana, la preservación del ambiente, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Son competencias del gobierno local planificar el desarrollo cantonal; prestar los servicios de manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental; crear, modificar o suprimir mediante ordenanzas, tasa y contribuciones especiales de mejoras. Estas disposiciones permiten diseñar una estrategia local para el manejo de desechos electrónicos.

Los desechos de equipos electrónicos no están regulados aún en la Legislación Ecuatoriana, existe una propuesta del Ministerio del Ambiente para catalogarlos como desecho especial⁸. Esta propuesta de reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, pretende sustituir el Título V y Título VI del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

De acuerdo a esta propuesta los componentes como tubos de rayos catódicos deberán ser manejados por un gestor de desechos peligrosos y/o especiales: que preste servicios de almacenamiento temporal, transporte, reuso, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento o disposición final de desechos peligrosos y/o especiales, que haya recibido una autorización o una licencia para tal efecto [1].

De ahí que equipos como monitores o televisores con tubos de rayos catódicos deberán ser gestionados de tal manera que no se realice un desguace de las partes reciclables sin tener además la capacidad de gestionar los elementos que no lo son o que no se puedan tratar localmente o se requiera para el confinamiento del residuo un relleno de seguridad.

⁸ Ver Anexo 5.

Por lo anteriormente mencionado referente a la capacidad de tratar los desechos electrónicos es necesario que se regule y controle los equipos que se comercializan en el país por distribuidores nacionales y extranjeros, estos deben ser equipos que cumplen con certificaciones ambientales⁹ encaminadas a reducir impactos negativos que pueden prevenirse y corregirse, como por ejemplo equipos de computación con la especificación eficiente consumo de energía ENERGY STAR.

Además de considerar que para propósitos de reciclaje en plantas de refinación son éstas las que especifican las características de rezago que reciben o demandan para el tratamiento y recuperación de metales base contenidos en residuos provenientes de equipos de información, comunicación y entretenimiento como ordenadores, celulares, televisores, etc.

De lo contrario si se tiene un mercado atestado de marcas o fabricantes poco conocidas, aunque al final de su vida útil se les provea algún tipo de manejo se tendrá un cúmulo de materiales y componentes para los cuales no se tendrá destino sino únicamente la molienda y trituración para reducir el espacio que ocupen en rellenos sanitarios o la confinación en rellenos de seguridad de las partes o componentes que contengan materiales tóxicos, lo cual genera solo costos.

Así mismo hay que considerar que una Ley Ambiental que regule el tratamiento y disposición final de desechos electrónicos bajo la cual estén catalogados como desecho peligroso o especial debe estar enmarcada en términos que permitan dar cumplimiento a lo que dispone la misma en nuestro medio.

Un plan de manejo local de desechos electrónicos necesita evidentemente un plan nacional que resguarde y consolide las acciones encaminadas para gestionar de la forma más idónea estos desechos. Nacional y localmente estas acciones suponen un esfuerzo por regular y controlar el impacto que ocasionan en el medio este tipo de desechos que se suman a la cadena de residuos ya existentes generados desde los hogares, oficinas, entes públicos y privados, industrias y demás.

⁹ Ver Anexo 6.

Localmente una de las medidas que se requiere adoptar es la prohibición del depósito de desechos de aparatos o componentes electrónicos junto al resto de residuos domiciliarios, porque obviamente tienen características diferentes y los mismos deben tener algún tipo de manejo y gestión antes de su disposición final en un relleno sanitario o de seguridad.

El Ministerio del Ambiente debe promover para que las campañas de reciclaje de marcas conocidas de suministros de impresión como cartuchos de tinta extiendan su plan de recogida también en el país.

5.5.2 Recolección y Procesamiento

A. Recogida Selectiva y Acopio

Una condición necesaria para asegurar el tratamiento y reciclaje de desechos electrónicos es la recogida selectiva, es decir diferenciada de otros.

En la localidad es conveniente que la recolección de este tipo de desechos sea de forma periódica, según se estime necesario luego de una primera campaña, esto porque el periodo con que se generan estos desechos no es similar a la del corto tiempo con que se acumulan los residuos urbanos. Por lo demás implantar una recolección selectiva es una medida que se puede adaptar al medio.

La recogida selectiva puede darse en puntos de acopio de existencia ocasional, durante la fecha que se dé a conocer en las campañas de recolección, donde las personas puedan acudir a depositarlos o dependiendo de la cantidad y volumen solicitar el retiro del lugar en que se encuentren, además de puntos de acopio permanentes establecidos para la recepción de los equipos fuera del periodo de la campaña de recolección.

B. Transporte

Los equipos recolectados se transportan a la planta de reciclaje. Durante el traslado de los equipos, se debe tener las precauciones necesarias para que los mismos no sufran deterioros o se contaminen. Por ejemplo colocar los monitores con la pantalla hacia abajo, separados por un cartón y protegidos del contacto directo con el piso; las impresoras en la posición de uso normal para evitar que cartuchos de

tinta o tóner se derramen; utilizar los periféricos, accesorios, cables o conectores como relleno para evitar que los lotes de equipos formados se estropeen durante la transportación.

C. Recepción en la planta de reciclaje

Una vez ingresado a la Planta de Reciclaje, se realiza las siguientes actividades:

➤ Registro

Se registra la fecha de recepción, el peso bruto total recibido, el número de equipos o diferentes componentes y suministros electrónicos. Se los destina a un acopio temporal para posterior clasificación.

➤ Clasificación por tipo de equipos

Los equipos en primera instancia son clasificados de acuerdo a los materiales similares de su composición con el objetivo de facilitar el desmontaje y procesos posteriores.

En esta primera clasificación los equipos electrónicos, se separan en dos grupos básicos en el uno se incluyen los que contienen mayor porcentaje de metal y plástico como es el caso de los CPU, teclados e impresoras y en el otro los equipos que contienen mayormente vidrio y plástico como los monitores, fotocopiadoras y escáner.

Tabla. V.1 Clasificación de equipos

Materiales	Equipos
Metálico-plásticos	CPU impresoras teclados
Vidrio-plástico	Pantallas monitores fotocopiadoras escáner

El procedimiento de desmontaje depende del equipo, las herramientas utilizadas pueden ser destornilladores, alicates o martillos.

➤ **Desensamblado o desmontaje manual**

En esta etapa se extrae las carcasas, cables, partes, piezas o ensambles de los equipos.

El personal que trabaje en el desarmado debe usar elementos de protección personal como guantes y visores.

Equipos electrónicos que contienen Tubos de Rayos Catódicos (TRC)

Los televisores y monitores de computadores que contienen tubos de rayos catódicos (TRC) son equipos que se someten a procesos similares de desmontaje.

- Se retira cables de alimentación y antenas (televisor) con un alicate de corte.



Fig. V.4 Corte de cables de alimentación¹⁰

- Se realiza un desmontaje manual de la carcasa posterior y del marco frontal del dispositivo al que está sujeto el TRC, para lo cual se utiliza un destornillador (neumático). Se almacena la carcasa y el marco protector en un contenedor para un proceso posterior.



Fig. V.5 Desmontaje de carcasa

- Se retira la tarjeta de circuito impresa y demás cables internos con un alicate de corte.

¹⁰ Imágenes de la Fig. V.4 hasta Fig. V.8: <http://www.youtube.com/watch?v=f8VfcmKDLiw>

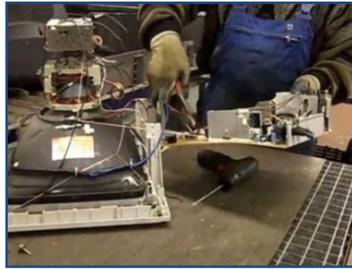


Fig. V.6 Extracción de componentes

- Se retira las bobinas deflectoras o yugo ubicado al final del TRC.



Fig. V.7 Extracción de yugo

- Posteriormente se cortan los anillos metálicos que lo rodean (bobina de Gauss), para lo cual se puede emplear una radial.



Fig. V.8 Corte de anillos metálicos

- Se separa y almacena en contenedores distintos: cables, bobinas, cañón de electrones, etc.

Del desmontaje de monitores de ordenador se obtiene:

- Bases de monitores
- Cañón de electrones
- Yugo de deflexión o bobinas
- Plástico de yugos
- LED y cables conectores
- Baquetas
- Tubo de Rayos Catódicos (TRC)

Tabla. V.2 Materiales contenidos en componentes de un monitor con TRC

Partes de un Monitor	Material
bobinas	cobre
aisladores	aluminio
tarjetas de circuito impreso	oro
carcasa	plástico
carcasas de Tv antiguos	madera
pantalla	vidrio

CPU

Del desmontaje de CPU se obtiene:

- Carcasa metálica
- Fuente de poder
- Buses de datos
- Unidades de CD-ROM
- Unidades de disco flexible
- Discos duros
- Tarjeta madre o mainboard
- Tarjetas de sonido y memoria

Tabla. V.3 Materiales contenidos en componentes de CPU

Partes de un CPU	Material	Consideraciones
procesador, tarjeta madre (mainboard), tarjetas de video, sonido, etc.	oro	De estos el microprocesador es el que posee una mayor proporción de oro 90%, los otros poseen un 10%. Estos son los elementos por los cuales es rentable reciclar.
carcasa metálica	aluminio	
cables	cobre	

Celulares

En un celular se separarán los plásticos, la batería, circuitos, plásticos y vidrios.

- Carcasa
- Pantalla
- Teclado
- Batería
- Tarjeta electrónica

Tabla. V.4 Materiales contenidos en componentes de celulares

Partes de un CPU	Material
tarjetas electrónicas	metales preciosos: oro, plata
tarjetas electrónicas	cobre
pantalla	vidrio
circuito impreso	fibra de vidrio
carcasa, teclado	plástico

➤ Trituración de materiales valorizables

Algunos componentes obtenidos luego del desarme pueden ser triturados con el fin de disminuir el volumen y facilitar su almacenaje.

Procesos de destrucción, molienda o inutilización de piezas pueden ser realizados cuando por razones de seguridad sea requerido o solicitado (ej. CD-ROM o dispositivos de almacenamiento de datos). En el caso de inutilización de activos fijos de ser necesario se puede documentar y constatar la operación realizada.

➤ Separación, acondicionamiento y venta de material valorizables

- Separación y clasificación de componentes desarmados.
- Pesaje de metales ferrosos y/o no ferrosos destinados al reciclaje en el país.

- Pesaje y acondicionamiento para la venta de plásticos y/o productos de cartón.

- Pesaje y acondicionamiento para la venta de pantallas, monitores y TRC.

Los equipos con tubos de rayos catódicos que se venden a plantas de reciclaje, deben ser colocados en un pallet y compactarse en balas de plástico ABS en el caso de los monitores y polipropileno en el caso de los TV [19].

- Pesaje y acondicionamiento de tarjetas impresas y de circuitos integrados que pueden ser vendidos para su refinado y recupero de metales base o metales preciosos.

Las tarjetas de circuito impreso que se acondicionan para la venta al exterior deben enviarse a compañías que poseen certificación de la norma ISO 14001 (Gestión Ambiental).

- El material seleccionado para la venta se almacena en un lugar o espacio físico destinado para tal efecto, en forma segura para evitar incendios o emisión de sustancias contaminantes.

En el lugar de acopio, desarme o almacenamiento se debe colocar la señalización que indique el tipo de material almacenado, la prohibición de manipulación a extraños del proceso, la ubicación de equipos de control de incendios y posibles riesgos que se pueden presentar en la planta.

El personal involucrado en la planta de reciclaje debe usar los elementos de protección personal como: visores, mascarillas, guantes y zapatos o botas de seguridad.

➤ **Disposición Final**

- Los componentes o materiales no valorizables y que no sean peligrosos se pueden destinar al relleno sanitario previamente pueden ser triturados para reducir el espacio que ocupan en éste.
- Los componentes no valorizables que contienen sustancias peligrosas por ejemplo los tubos de rayos catódicos, requieren ser destinados a un relleno de seguridad.
- Deposito del material considerado peligroso o especial en celdas de seguridad del relleno.

➤ **Reutilización del material reciclado**

El plástico reciclado de carcasas de celulares se utiliza para fabricar llantas, delanteras para autos y otros accesorios.

Los metales reciclados de celulares se utilizan en la fabricación de nuevas baterías recargables para celulares y computadores portátiles y como materia prima para joyerías, etc.

De las unidades de disco duro fundidas se fabrican lingotes de aluminio, la mayoría de éstos se utilizan en la industria automotriz.

Valorización de los CRT en el sector de la construcción

El vidrio reciclado de monitores y televisores antiguos ya no cierra el ciclo de materiales recuperados como materia prima para la fabricación de nuevos TRC ya que la oferta de esta supera la demanda que tiene, por lo que actualmente se busca la inserción del material recuperado en otros usos.

Las aplicaciones posibles en el sector de la construcción son: materiales cerámicos, materiales aislantes, materiales en base resina, materiales en base cemento, fuente de geopolímeros.

Los productos que se fabrican en la industria azulejera con el vidrio reciclado de tubos de rayos catódicos son: lavabos, mesones o superficies de trabajo para cocinas, azulejos, vitro cerámicas etc.



Fig. V.9 Vidrio reciclado de TRC en mostrador y lavabo de cocina¹¹

5.5.3 Difusión y Comunicación

Para instaurar un plan o programa de reciclaje es esencial la difusión¹² del mismo para involucrar la participación de todos los actores y conseguir con éxito los objetivos planteados en cada fase.

Lo que se pretende a través de una campaña publicitaria es difundir la información para que los ciudadanos conozcan los daños y peligros que ocasiona el manejo inadecuado de los desechos de aparatos eléctricos y electrónicos. Y como pueden contribuir a que el desarrollo tecnológico que vivimos o al que tenemos acceso sea sostenible y responsable. La difusión de una campaña publicitaria es clave fundamental para conseguir que la recolección de equipos en desuso o residuos de estos, tenga resultados positivos.

Se requiere campañas publicitarias para dar a conocer los efectos negativos que un mal manejo de los equipos electrónicos de consumo al final de su vida útil, y que un tratamiento inadecuado de recuperación de materiales contenidos en estos residuos provoca daños inmediatos al medio ambiente. Lo que sucede cuando las personas realizan un reciclaje informal. Por ejemplo en el caso de televisores, desguazan los equipos para obtener las partes que contienen cobre, aluminio y las tarjetas de circuitos y componentes electrónicos dejando el resto como desechos que irán a un relleno sanitario o basural, en donde el tubo de rayos catódicos queda

¹¹ Imágenes Fig. V.9: <http://www.nulifeglass.com/glass-products/glasseco.htm>

¹² A través de medios de comunicación, afiches (Anexo 7), etc.

descubierto y expuesto a que se rompa y se disperse el fosforo que contiene el vidrio de la pantalla, de igual modo cuando se trata de recuperar el cobre contenido en los cables y se los quema para destruir la cobertura de los mismos o también cuando separan componentes o integrados electrónicos utilizando soluciones químicas tóxicas sin ningún control en la manipulación de las mismas. Por lo cual es necesario promover localmente la regulación y control de las actividades de recuperación de materiales con tratamientos caseros o artesanales por los daños que se ocasiona al medioambiente y a la salud humana.

Los distribuidores o proveedores de equipos electrónicos deben ser parte de las campañas publicitarias de reciclaje. Estos deben informar a los compradores e indicar la importancia de su participación para contribuir a que los equipos adquiridos cuando lleguen al final de su vida útil reciban un tratamiento adecuado y para tal propósito se requiere que los entreguen en condiciones físicas necesarias para poder realizarlo, por ejemplo que los monitores de computadoras o televisores no estén fracturados.

La campaña se debe realizar utilizando diversos medios de comunicación: difusión en radio, televisión, periódico, afiches, valla móvil.

➤ **Participación de la ciudadanía**

Involucrar a ciudadanía y su participación es esencial para llevar a la práctica cualquier iniciativa que se plantee para dar solución a un problema que aunque no sea visible en la actualidad se encamina a serlo si no se prevé el fin que tendrán los equipos tecnológicos obsoletos, y la necesidad de adoptar medidas al respecto.

Se puede contribuir individualmente a reducir la generación de estos residuos siendo responsables del uso adecuado de los equipos electrónicos como equipos de computación, celulares y accesorios en cuanto se refiere al cuidado de las características físicas y operativas de los mismos.

Además, localmente los usuarios de la telefonía móvil pueden contribuir al reciclaje, depositando los celulares viejos y accesorios para el acopio de éstos en los centros de atención al cliente de las operadoras Porta y Movistar e incitar a éstas para que mantengan y difundan campañas de reciclaje.

Un factor clave para el manejo y recuperación de materias primas provenientes de cualquier tipo de desecho o residuo de algún producto, en este caso electrónicos o de sus partes o accesorios, es la clasificación es aquí donde se hace fundamental la participación y colaboración del consumidor al momento de desecharlo.

5.5.4 Verificación y Control

El control y supervisión de todas las etapas de plan de manejo de desechos electrónicos en la ciudad de Loja esta bajo el control de la Jefatura de Saneamiento Ambiental.

Durante los días de recolección se puede constatar la participación de la ciudadanía y la cantidad de equipos recolectados.

Los correctivos o modificaciones al plan de manejo se realizaran luego del monitoreo de cada una de las etapas de recolección, separación, clasificación, almacenamiento y disposición final.

➤ Responsables

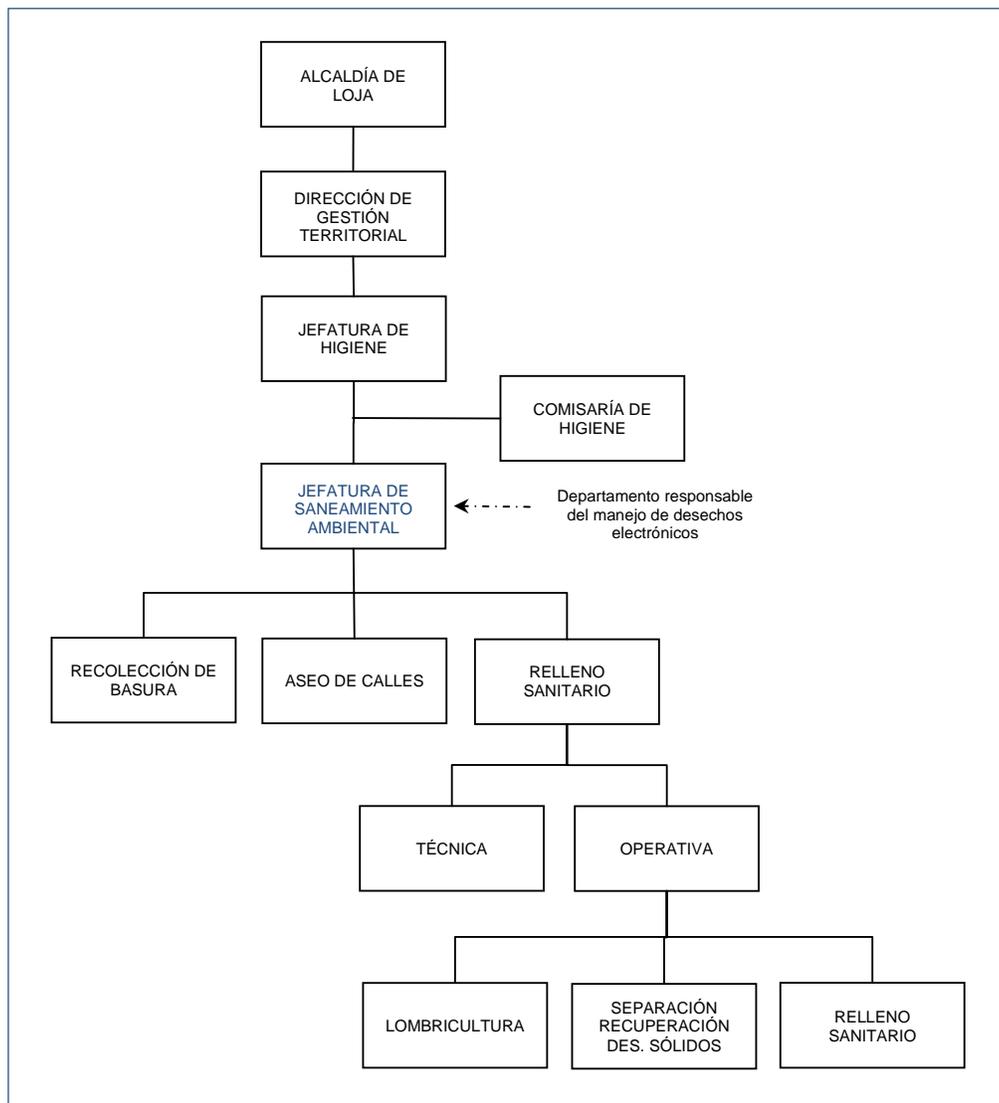


Fig. V.10 Organigrama

En la estructura orgánica del Ilustre Municipio de Loja el nivel político y de decisión se encuentra en la Alcaldía, el nivel operativo al que está sujeto el proceso de reciclaje de desechos sólidos está conformado por la dirección de gestión territorial, la jefatura de higiene, la jefatura de saneamiento ambiental quien maneja tres aspectos básicos la recolección de basura, aseo de calles, relleno sanitario, por lo tanto esta propuesta debería ser llevada y gestionada por este Departamento, ya que al ser el Ilustre Municipio de Loja quien maneje la propuesta, los fondos o ingresos pueden ir en beneficio de la ciudadanía.

➤ Presupuesto y Cronograma

Los siguientes valores son aproximaciones, es decir se presentan solo como referencia, por lo que para su implementación deberá hacerse un estudio más profundo, que conjugue los datos presupuestarios del I. Municipio de Loja y los del mercado de los diferentes implementos necesarios al estado actual previo a su implementación.

Detalle	Total (\$)
Difusión y comunicación	2500.00
Acopio	200.00
Transporte y gasto de operación	300.00
Procesos planta de reciclaje	1050.00
Imprevistos 10%	405.00
TOTAL	4455.00

➤ Cronograma

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Actividad				
Difusión y Comunicación	■	■		
Recolección y acopio			■	
Transporte			■	
Procesos en planta de reciclaje			■	
Venta				■
Confinación				■

El mantenimiento va a depender del Departamento a cargo, es decir de la Jefatura de Saneamiento Ambiental de mantenerse la estructura organizativa actual.

CONCLUSIONES

- El desarrollo e implementación de nuevas tecnologías introdujo en el mercado de consumidores un sin número de equipos fabricados con el propósito de facilitar, agilizar y hacer más cómodas determinadas actividades de las personas que han tenido acceso a ésta y no debe constituirse en un problema cuando estos productos alcancen el final de su vida útil.
- La manipulación inadecuada o reciclaje rudimentario de materiales contenidos en desechos o residuos electrónicos provoca un riesgo de contaminación directa al medio ambiente y consecuentemente a la salud humana.
- Al no desecharse equipos obsoletos o inutilizados junto a los residuos de tipo domiciliario se disminuye el volumen enviado a vertederos o rellenos y permite realizar procesos para la reutilización o reciclaje de materiales valorizables y tratar los considerablemente peligrosos.
- El reciclaje de residuos con tratamientos apropiados contribuye a preservar los recursos naturales ya que permite recuperar materiales que pueden volver a un ciclo de producción evitando nuevas extracciones de los mismos de yacimientos o menas.
- El reacondicionamiento con fines comerciales o sociales de reutilización sirve para alargar la vida útil de un equipo, sin embargo es una solución temporal para aquellos que ha terminado su primera vida útil.
- Un plan de manejo de desechos y residuos electrónicos no es aislado requiere de instrumentos legales, técnicos y financieros.
- La participación y responsabilidad social de la ciudadanía es de vital importancia en el funcionamiento de un plan de manejo de desechos electrónicos.

RECOMENDACIONES

- Prohibir el depósito de desechos electrónicos junto al resto de residuos domiciliarios mediante ordenanza municipal.
- Promover la regulación y control de actividades de recuperación de materiales de residuos electrónicos con tratamientos caseros o artesanales.
- Adquirir equipos con los conceptos de diseño verde o sostenible en instituciones públicas y privadas.
- Que el arrendamiento o leasing de equipos y suministros de computación por parte de instituciones públicas y privadas sean a empresas que posean equipos con diseño verde o sostenible.
- Una medida para financiar la gestión de equipos electrónicos desechados u obsoletos, es hacerlo a través de los locales comerciales que venden productos eléctricos y electrónicos, mediante la regulación de los permisos de funcionamiento anual para que se especifique el número de equipos vendidos y se cancele al municipio una cuota que se destine al manejo adecuado de estos desechos, previamente es necesario realizar un censo de dichos locales.
- Que el Ministerio del Ambiente gestione la participación de empresas de marcas conocidas de suministros de impresión para que se incluya al Ecuador dentro de sus programas de reciclaje como ocurre en países vecinos.
- Gestionar el apoyo de organismos internacionales involucrados en el tema como el Centro Regional de Basilea en América del Sur, Laboratorio Federal Suizo para Pruebas en Investigación de Materiales (EMPA), SUR Corporación de Estudios Sociales y Educación, quienes han participado y colaborado en estudios de diagnóstico de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y proyectos piloto en América Latina.

Bibliografía

- G. Fernández. (2007, Dic.). “Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Sudamérica.” [En-línea]. Disponible:
http://www.basel.int/centers/proj_activ/tctf_projects/001-2.pdf
- O. Espinoza, L. Villar, T. Postigo, et al. (2008, Ene.). “Diagnóstico del manejo de los residuos electrónicos en el Perú.” [En-línea]. Disponible:
<http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/Diagnosticoperu.pdf>
- G. Fernández. (2007, Mar.). “Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina.” [En-línea]. Disponible: crsbasilea.inti.gov.ar/pdf/Informe_raee_arg.pdf
- D. Ott. (2008, Mar.). “Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares.” [En-línea]. Disponible:
<http://www.cnpml.org/html/archivos/GuiasDocumentos/GuiasDocumentos-ID22.pdf>
- J. Puckett, L. Byster, S. Westervelt, et al. (2002, Feb.). “Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia.” [En-línea]. Disponible: <http://www.ban.org/E-waste/technotrashfinalcomp.pdf>
- CONSEJO DE LA UNION EUROPEA. (2008, Dic.). “Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)-(Refundición).” [En-línea]. Disponible:
<http://crsbasilea.inti.gov.ar/pdf/legis-e-waste-dic2008.pdf>
- Recycla. (2007, Oct.). *Residuos Electrónicos La Nueva Basura del Siglo XXI Una amenaza una oportunidad.* [En-línea]. Disponible:
http://raee.org.co/system/files/ResiduosElectronicos_Recycla_0.pdf
- T. Lindhqvist, P. Manomaivibool, N. Tojo. (2008, Sep.). “La responsabilidad extendida del productor en el contexto latinoamericano.” [En-línea]. Disponible:

<http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/contaminacion/basta-de-basura/la-responsabilidad-extendida-d.pdf>

- CONAMA, Plataforma RELAC IDRC/SUR, GTZ. (2009, Jun.). “Diagnóstico producción, importación y distribución de productos electrónicos y manejo de los equipos fuera de uso.” [En-línea]. Disponible:
http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/diag_prod_re.pdf
- United Environment Program (UNEP). (2005). “E-waste, the hidden side of IT equipment’s manufacturing and use”. [En-línea]. Disponible:
http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.en.pdf
- Círculos de Innovación y Tecnología de la Universidad de Cádiz. (2002). “Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos.” [En-línea]. Disponible:
http://www2.uca.es/grup-invest/cit/Tecnologias_archivos/raee.pdf
- SUSTATO. (2007, Abr.). “Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades.” [En-línea]. Disponible:
http://www.programasustatu.biz/pdf/Informe_Reciclaje.pdf
- Basura electrónica: ¿qué hacemos con ella?
Internet: <http://portal.educ.ar/debates/eid/tecnologia/debate/basura-electronica-que-hacemos.php>
- 1800Ewaste. [En-línea]. Disponible:
<http://www.environment.gov.au/wastepolicy/consultation/submissions/pubs/057-attachmenta.pdf>
- Ministerio de Tecnología de la Información y Comunicación de Colombia. Computadores para educar. Internet:
<http://www.computadoresparaeducar.gov.co/website/es/>
- Separadores no ferrosos de corriente Eddy.
Internet: <http://www.globalmagnetics.com/ecseparadores.html>

- Tratamiento de residuos peligrosos.
Internet: <http://www.elergonomista.com/residuos3se.htm>
- Recytech Iberia SL. “Planta de Transferencia, tratamiento y valorización de aparatos eléctricos y electrónicos.” Internet:
<http://www.recytech.info/v2/home.php>
- LA TV. “Reciclaje de celulares”.
Internet: http://www.tvecuador.com/index.php?option=com_reportajes&view=showcanal&id=1062&cid=39, 2009, May. 31, 2009
- Reciclaje de celulares no va acorde con la expansión del servicio. Internet:
<http://www.eluniverso.com/2009/05/24/1/1431/6C0CA3FDE5EF4896922C8330A317BF72.html>
- Descripción del proceso de reciclado tecnológico.
Internet: <http://www.dforceblog.com/2008/09/06/descripcion-del-proceso-de-reciclado-tecnologico/>
- Gestión de Residuos Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Colombia
Internet: <http://raee.org.co/>
- Fundación ecotic. “Gestión y Reciclaje de RAEE.”
Internet: <http://www.ecotic.es/?q=es/gestion-y-reciclaje-de-raee>
- Printed Circuit Board Recycling. Internet:
http://www.owr.ehnr.state.nc.us/ref/20/19926/P2_Opportunity_Handbook/2_II_8.html
- Inside Waste. “CRT tube recycling plant opens in SA.”
Internet: <http://www.insidewaste.com.au/StoryView.asp?StoryID=892360>, Ene. 20, 2009
- B. Varin, P. Roinat. (2008). “The Entrepreneur’s guide to a computer recycling.” [En-línea]. Disponible:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0017/001791/179165e.pdf>

- Convención de Basilea. Internet: <http://www.basel.int>
- Recycling of Scrap Cathode Ray Tubes
Internet: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es010517q>, 2002
- Computadores para Educar. “Metas y Logros.” Internet:
http://www.computadoresparaeducar.gov.co/website/es/index.php?option=com_content&task=view&id=86&Itemid=222
- Dirección Metropolitana Ambiental Quito. (2009, Feb.). “Gestores tecnificados de residuos.” [En-línea]. Disponible:
<http://www.dmambiental.comli.com/downloads/gestores.pdf>
- H. Morales. “Aprende a reciclar oro.”
Internet: <http://aprendaareciclaroro.blogspot.com/>, Mar. 22, 2009
- The Entrepreneur’s Guide to Computer Recycling. Internet:
<http://www.ticethic.com/guide>
- Responsabilidad posconsumo. Internet:
<http://responsabilidad-posconsumo.blogspot.com/2007/12/de-qu-estn-hechas-las-computadoras.html>
- Círculos de Innovación y Tecnología de la Universidad de Cádiz. “Glosario”
Internet:
http://www.relec.es/relec/index.php?option=com_content&view=category&id=20:glosario&Itemid=56&layout=default
- K. Essick. (2001, Jun.). “Guns, Money and Cell Phones.” The Industry Magazine. Internet: <http://www.globalissues.org/article/442/guns-money-and-cell-phones>
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Internet:
http://standards.ieee.org/announcements/pr_1680epa.html
- EPEAT. “The Criteria.” Internet: <http://www.epeat.net/Criteria.aspx>

Referencias

- [1] Ministerio del Ambiente. (2009, Oct.). "Propuesta de Reglamento para la prevención y control de la contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, la cual sustituirá al Título V y Título VI del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente." [En-línea]. Disponible: http://www.ambiente.gov.ec/userfiles/46/file/REGLAMENTO%20FINAL_MINISTRA_2009-10-19.pdf
- [2] CONSEJO DE LA UNION EUROPEA. (2008, Dic.). "Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)-(Refundición)." [En-línea]. Disponible: <http://crsbasilea.inti.gov.ar/pdf/legis-e-waste-dic2008.pdf>
- [3] United Nations University (UNU). (2003). "Computers and the Environment Understanding and Managing their Impacts." [En-línea]. Disponible: <http://www.unu.edu/zef/publications-d/flyer.pdf>
- [4] A. Manhart. (2007, Jun.). "Key Social Impacts of Electronics Production and WEEE-Recycling in China." [En-línea]. Disponible: <http://www.oeko.de/oekodoc/678/2007-184-en.pdf>
- [5] A. García. "Minería y desarrollo sostenible." [En-línea]. Disponible: <http://161.116.7.34/conferencias/viiiicienciesterra/MINER%C3%8DA%20Y%20DESARROLLO%20SOSTENIBLE.pdf>
- [6] United Nations Environment Programme (UNEP). (2009, Jul.). "Recycling-From E-waste to Resources." *Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies*. [En-línea]. Disponible: http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf
- [7] United Nations Environment Programme (UNEP). (2010, Feb.). "Smarticle (UK): UN Warns of Looming Surge in E-waste, currently Sits at 40 Million Tons per Year." *The environment in the news*. [En-línea]. Disponible:

<http://www.unep.org/cpi/briefs/2010Feb24.doc>

- [8] O. Espinoza, L. Villar, T. Postigo, et al. (2008, Ene.). "Diagnóstico del manejo de los residuos electrónicos en el Perú." [En-línea]. Disponible: <http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/Diagnosticoperu.pdf>
- [9] J. Puckett, L. Byster, S. Westervelt, et al. (2002, Feb.). "Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia." [En-línea]. Disponible: <http://www.ban.org/E-waste/technotrashfinalcomp.pdf>
- [10] C. Bilbao. "Basura electrónica: ¿qué hacemos con ella?". Internet: <http://portal.educ.ar/debates/eid/tecnologia/debate/basura-electronica-que-hacemos.php>, Oct. 3, 2008
- [11] "Las 5 categorías desde la perspectiva del reciclaje". Internet: <http://raee.org.co/5-categorias>
- [12] D. Ott. (2008, Mar.). "Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares." [En-línea]. Disponible: <http://www.cnpml.org/html/archivos/GuiasDocumentos/GuiasDocumentos-ID22.pdf>
- [13] T. Lindhqvist, P. Manomaivibool, N. Tojo. (2008, Sep.). "La responsabilidad extendida del productor en el contexto latinoamericano". [En-línea]. Disponible: <http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/contaminaci-n/basta-de-basura/la-responsabilidad-extendida-d.pdf>
- [14] Tratamientos profesionales. Internet: <http://raee.org.co/tratamientos-profesionales>
- [15] SUSTATO. (2007, Abr.). "Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades." [En-línea]. Disponible: http://www.programasustatu.biz/pdf/Informe_Reciclaje.pdf

- [16] MAGNETICS DIVISION GLOBAL EQUIPMENT MKTG INC. "Eddy current non-ferrous separators."
Internet: <http://www.globalmagnetics.com/ecseparators.asp>
- [17] CONAMA, Plataforma RELAC IDRC/SUR, GTZ. (2009, Jun.). "Diagnóstico producción, importación y distribución de productos electrónicos y manejo de los equipos fuera de uso." [En-línea]. Disponible:
http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/diag_prod_re.pdf
- [18] G. Fernández. (2007, Dic.). "Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Sudamérica." [En-línea]. Disponible:
http://www.basel.int/centers/proj_activ/tctf_projects/001-2.pdf
- [19] Recytech Iberia SL. "Planta de Transferencia, tratamiento y valorización de aparatos eléctricos y electrónicos." Internet:
<http://www.recytech.info/v2/home.php>
- [20] Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. [En-línea]. Disponible:
<http://www.basel.int/text/con-s.pdf>
- [21] Panasonic. "EPEAT." Internet:
<http://www.panasonic-toughbook.com.mx/por-qu%C3%A9-toughbook-certificaci%C3%B3n-epeat.aspx>
- [22] Panasonic. "TV: Important Recycling Points (CRT TVs)." Internet: <http://www.panasonic.net/eco/petec/material/>
- [23] Inside Waste. "CRT tube recycling plant opens in SA." Internet:
<http://www.insidewaste.com.au/StoryView.asp?StoryID=892360>, Ene. 20, 2009.
- [24] C. Lee, C. His. "Recycling of Scrap Cathode Ray Tubes." Internet: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es010517q>

Glosario de Términos [1]

Confinamiento Controlado o Relleno de Seguridad: Obra de ingeniería para la disposición final de desechos peligrosos que garanticen su aislamiento definitivo y seguro.

Desechos Especiales: Son todos aquellos materiales, que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar fuertemente el entorno ambiental, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reuso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuada disposición y la sobresaturación de los rellenos sanitarios municipales. También se consideran desechos especiales a aquellos cuyo contenido de sustancias definidas como peligrosas no superan los límites de concentración establecidos en la normativa ambiental que se expida por el efecto y para los cuales es necesario mantener un monitoreo periódico.

Disposición Final: Es la acción de depósito permanente de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a la salud y al ambiente.

Gestión: Constituye la planificación, ejecución, verificación y mejora continua de las actividades que involucran las fases de la gestión integral de las sustancias químicas peligrosas y/o desechos peligrosos y/o desechos especiales.

Generador de desechos especiales: cualquier persona natural o jurídica, pública o privada que produzca desechos especiales a través de sus actividades productivas. Si la persona es desconocida, será aquella persona que esté en posesión de esos desechos y/o los controle.

Manejo: Corresponde a todas las actividades dentro de la gestión integral del desechos que incluye: generación, recolección, envasado, etiquetado, almacenamiento, reuso y/o reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos, incluida la vigilancia de los lugares de disposición final.

Reciclaje: Proceso mediante el cual desechos peligrosos y/o especiales o materiales presentes en ellos, en su forma original o previa preparación, son transformados para la obtención de materiales y/o energía, los mismos que pueden ser utilizados en la fabricación de nuevos productos.

Tratamiento: Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/ o químicas de los desechos peligrosos y especiales, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales o eliminar o disminuir su peligrosidad.

Responsabilidad Extendida del Productor REP: REP es un principio político para promover la reducción de los impactos ambientales de sistemas de productos durante el ciclo de vida completo mediante extender las responsabilidades del fabricante de un producto hacia varias etapas del ciclo de vida del mismo, en especial hacia la retoma, el reciclaje y la disposición final. REP se implementa a través de una combinación de instrumentos políticos administrativos, económicos e informativos [12].

Anexo 1: Lista de productos de las categorías de la Directiva RAEE**1 Grandes electrodomésticos**

Grandes equipos refrigeradores

Frigoríficos, Congeladores

Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos

Lavadoras

Secadoras

Lavavajillas

Cocinas, estufas eléctricas, placas de calor eléctricas

Hornos de microondas

Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de los alimentos

Aparatos de calefacción eléctricos

Radiadores eléctricos

Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.

Ventiladores eléctricos, aparatos de aire acondicionado

Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado

2 Pequeños electrodomésticos

Aspiradoras, limpia moquetas, otros aparatos de limpieza

Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles

Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa

Tostadoras, freidoras, molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes, cuchillos eléctricos

Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitar, aparatos de masaje y otros cuidados corporales

Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo, balanzas

3 Equipos de informática y telecomunicaciones

Proceso de datos centralizado:

Grandes ordenadores

Miniordenadores

Unidades de impresión

Sistemas informáticos personales:

Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado)

Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado)

Ordenadores portátiles tipo notebook

Ordenadores portátiles tipo notepad

Impresoras, copiadoras

Máquinas de escribir eléctricas y electrónicas

Calculadoras de mesa y de bolsillo

Y otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica

Sistemas y terminales de usuario

Terminales de fax, terminales de télex

Teléfonos, teléfonos de pago, teléfonos inalámbricos, teléfonos celulares, contestadores automáticos y otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación

4 Aparatos electrónicos de consumo

Radios

Televisores

Videocámaras

Vídeos

Cadenas de alta fidelidad

Amplificadores de sonido

Instrumentos musicales

Y otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación

5 Aparatos de alumbrado

Luminarias para lámparas fluorescentes con exclusión de las luminarias de hogares particulares

Lámparas fluorescentes rectas

Lámparas fluorescentes compactas

Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos

Lámparas de sodio de baja presión

Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz con exclusión de las bombillas de filamentos

6 Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)

Taladradoras

Sierras

Máquinas de coser

Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar

Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares

Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares

Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios

Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería

7 Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre

Trenes eléctricos o coches de carreras en pista eléctrica

Consolas portátiles

Videojuegos

Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, hacer remo, etc.

Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos

8 Aparatos médicos (con excepción de todos los productos implantados e infectados)

Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis

Ventiladores pulmonares

Medicina nuclear

Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro

Analizadores

Congeladores

Pruebas de fertilización

Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades

9 Instrumentos de vigilancia y control

Detector de humos, reguladores de calefacción, termostatos

Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio

Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control)

10 Máquinas expendedoras

Máquinas expendedoras de bebidas calientes

Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes

Máquinas expendedoras de productos sólidos

Máquinas expendedoras de dinero

Anexo 2: Empresas dedicadas al reciclaje electrónico a nivel regional.**➤ Silkers SA**

Descripción:	Este operador de residuos especiales retira desde sin costo, compra y cobra, según el caso y la calidad del rezago electrónico. Exporta a Arc Metal y Scan Arc Technologies, de Hofors, Suecia. Además tiene acuerdos con Umicore de Bélgica y Boliden de Suecia.
Ubicación:	Argentina, Provincia de Buenos Aires, Parque Industrial de Quilmes
Página web:	http://www.silkers.com.ar/

➤ Scrapex

Descripción:	Está orientada al mercado de scrap IT busca rezagos de computación para procesar y obtener plaquetas que exporta a Umicore, generalmente cobra por el retiro de rezagos, certificando la disposición final.
Ubicación:	Argentina, Provincia de Buenos Aires
Página web:	http://www.scrapex.com.ar/

➤ Recycla

Descripción:	Cobra por tonelada procesada y cuenta con una planta de procesamiento que suele trabajar con programas de inclusión social de ex convictos, lo que busca es darle al mercado un enfoque social. Exporta a Umicore en Bélgica.
Ubicación:	Chile, Santiago
Página web:	http://www.recycla.cl/

➤ **Lorene**

Descripción: Compra básicamente rezagos de centrales telefónicas o tarjetas/plaquetas electrónicas de alto grado. Está certificada ISO 14001. Exporta material valorizado a Europa, para su refinado.

Ubicación: Brasil, San Pablo con sucursales en Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Paraná y Minas de Gerais

Anexo 3: Empresas de refinación de residuos electrónicos a nivel mundial

➤ **Norddeutsche Affinerie AG**

<p>Descripción: El Grupo de NA es el mayor productor de cobre en Europa y en el líder mundial en el reciclaje de cobre. Produce alrededor de 1 millón de toneladas de cátodos de cobre y más de 1,2 millones de toneladas de productos de cobre cada año.</p>

<p>Ubicación: Alemania</p>

<p>Página web: www.na-ag.com</p>

➤ **WC Heraeus GMBH**

<p>Descripción: La actividad principal de WC Heraeus GMBH es la recuperación de metales preciosos como oro, plata, metales del grupo platino, paladio, iridio, osmio, rodio, rutenio y de metales especiales (tales como tántalo y berilio).</p>

<p>Ubicación: Alemania</p>

<p>Página web: www.heraeus.com</p>

➤ **Umicore**

<p>Descripción: Umicore es un grupo empresarial de tecnología de materiales. Sus actividades se centran en cuatro áreas de negocio: materiales avanzados, productos de metales preciosos y catalizadores, metales preciosos y servicios de especialidades de zinc.</p>

<p>Ubicación: Bélgica</p>

<p>Página web: www.umicore.com</p>

➤ **Noranda - Xstrata**

<p>Descripción: Xstrata es un grupo minero diversificado, cuyas empresas mantienen una significativa posición en siete importantes mercados internacionales de productos básicos: cobre, carbón de coque, carbón térmico, ferrocromo, níquel, vanadio y zinc, con un creciente grupo de platino, exposiciones adicionales de oro, cobalto, plomo y plata, e instalaciones de reciclaje.</p>

<p>Ubicación: Canadá</p>

<p>Página web: www.xstrata.com</p>

➤ **Colt Refining Inc.**

<p>Descripción: Colt Refining es una empresa que ofrece los servicios de refinación química y recuperación de metales preciosos.</p>

<p>Ubicación: EEUU</p>

<p>Página web: www.coltrefining.com</p>

➤ **SIPI Metals Corp.**

<p>Descripción: SIPI Metales Corp. es un refinador de metales preciosos y fabricante de aleaciones de cobre. Su interés está en el refinado de metales preciosos de desechos generados en la electrónica, química, fotografía, y las industrias aeroespaciales.</p>

<p>Ubicación: EEUU</p>

<p>Página web: www.sipimetals.com</p>

➤ **Boliden**

Descripción:	Boliden es una de las principales empresas europeas de metales. Los principales metales son el zinc y el cobre. Las operaciones se llevan a cabo en tres áreas de negocio: mercadeo, fundiciones y minas.
Ubicación:	Suecia
Página web:	www.boliden.se

➤ **MBA Polymers, Inc**

Descripción:	Es un reconocido líder en la ingeniería de reciclaje de plásticos de flujos de residuos complejos y al final de vida de electrodomésticos, equipos informáticos y de negocios, automóviles.
Ubicación:	Estados Unidos
Página web:	http://www.mbapolymers.com/

Anexo 4: Encuesta

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE DESECHOS ELECTRÓNICOS DE MAYOR GENERACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA

"Proyecto de fin de carrera previo a la obtención del Título de Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones"

Autora: Diana Merino

Octubre, 2009

La finalidad de la siguiente encuesta es conocer cuáles son los desechos electrónicos que mayormente se generan en la ciudad de Loja.

1. **Sexo:** Masculino () Femenino ()

2. **¿Cuáles de los siguientes equipos electrónicos posee Usted?**

a. Computador de escritorio ()	g. Celular ()	l. Videocámara ()
b. Computador portátil ()	h. Teléfono digital ()	m. Videojuegos ()
c. Grandes ordenadores o mainframes ()	i. Terminales de fax ()	n. Radio o equipos de sonido ()
d. Impresora ()	j. Contestador automático ()	o. Instrumentos musicales con componentes electrónicos ()
e. Copiadora o escáner ()	k. Televisor ()	p. Material deportivo con componentes electrónicos ()
f. Calculadora ()		

3. **¿De los equipos electrónicos que tiene (o ha tenido en los últimos 3 años) alguno esta en desuso debido a que ya no funciona, está obsoleto o por otra razón similar?**

Si () No ()

Señale cuál(es)

a. Computador de escritorio ()	g. Celular ()	l. Videocámara ()
b. Computador portátil ()	h. Teléfono digital ()	m. Videojuegos ()
c. Grandes ordenadores o mainframes ()	i. Terminales de fax ()	n. Radio o equipos de sonido ()
d. Impresora ()	j. Contestador automático ()	o. Instrumentos musicales con componentes electrónicos ()
e. Copiadora o escáner ()	k. Televisor ()	p. Material deportivo con componentes electrónicos ()
f. Calculadora ()		

4. **¿Qué hace con esos equipos en desuso?**

Guarda ()

Regala () a quién _____

Dona () a quién _____

Vende () a quién _____

Bota () en dónde _____

Trata () cómo _____

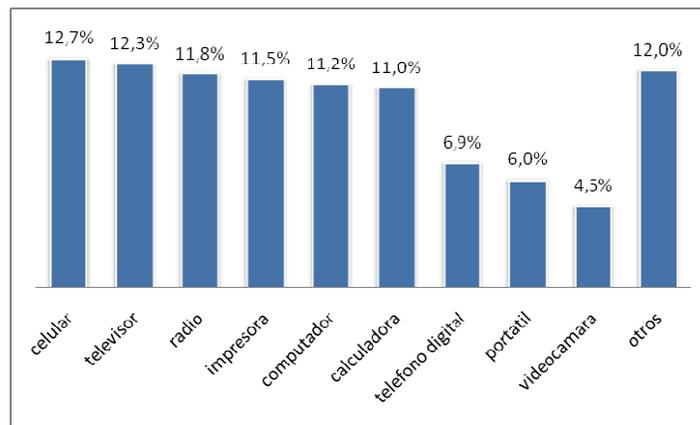
Lo da a un reciclador ()

Análisis de la encuesta

Todas las personas encuestadas poseen algún equipo electrónico de consumo.

- De acuerdo a la encuesta aplicada se observa que los equipos electrónicos de mayor consumo de la población son los celulares que representan el 12,6%, los televisores el 12,3%, los radios o equipos de sonido el 11,8%, las computadoras el 11,2%, las impresoras el 11,5%, las calculadoras el 11%, en menor porcentaje se encuentran los teléfonos digitales el 6,9%, las portátiles el 6% y las videocámaras el 4,5%, los equipos menos representativos son los videojuegos 3,4%, las copadoras o escáner 2,8%, los instrumentos musicales con componentes electrónicos 2,7%, los contestadores automáticos 1,8%, los terminales de fax 0,9%, los equipos deportivos con componentes electrónicos 0,4%.

Equipos electrónicos de consumo en la ciudad de Loja

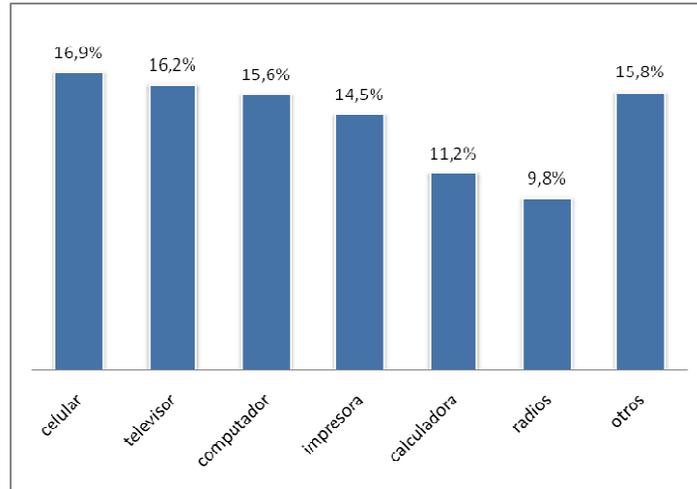


FUENTE: Anexo 4
ELABORACIÓN: La Autora

- Del total de la población encuestada el 71,7% manifestó que tiene o ha tenido recientemente algún equipo electrónico en desuso mientras el 28,3% indicó que los equipos que posee los mantiene en uso. Se observa que entre los equipos en desuso más usuales se encuentran los celulares que representan el 16,9%, los televisores el 16,2%, los computadores el 15,6%, las impresoras el 14,5%, las calculadoras el 11,2%, los radios el 9,8%, otros equipos en desuso en menor porcentaje son los teléfonos digitales 5,3%, las copadoras o escáner 2,7%, videojuegos 1,7%, videocámaras 1,5%,

instrumentos musicales 1,4%, terminales de fax 1,1%, portátiles 0,8%, contestador automático 0,6%, material deportivo con componentes electrónicos 0,6%

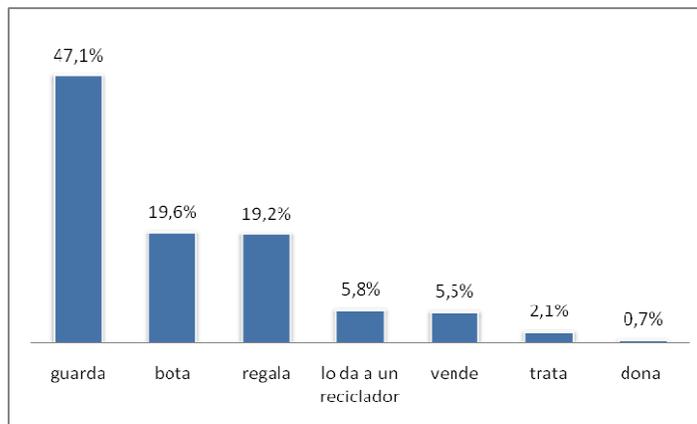
Equipos electrónicos en desuso en la ciudad de Loja



FUENTE: Anexo 4
ELABORACIÓN: La Autora

- Entre la población encuestada que posee o que ha poseído algún equipo electrónico en desuso, se observa que el 47,1% lo guarda o almacena lo que representa la practica más común, el 19,6% lo bota a la basura, el 19,2% lo regala a familiares o amigos, el 5,8% lo da a un reciclador el 5,5% lo vende, el 2,1% lo trata y el 0,7 lo dona.

Practicás comunes para los equipos electrónicos en desuso



FUENTE: Anexo 4
ELABORACIÓN: La Autora

Anexo 5: Desechos especiales y peligrosos [1]

Desechos Especiales

- Neumáticos usados
- Luminarias incandescentes
- Envases de plaguicidas con triple lavado
- Plásticos de invernadero
- Desechos de Tóner, cintas y cartuchos de impresión
- Desechos eléctricos y electrónicos

Desechos Peligrosos

- Desechos eléctricos y electrónicos considerados como peligrosos bajo el Convenio de Basilea.
- Plaguicidas en desuso, sus envases o empaques y los embalajes que se hayan contaminado
- Todo tipo de Pilas y Baterías (Ni-Cd, Pb-ácido, Zn-carbón, litio, óxido de mercurio, óxido de plata, ácidas-alcalinas de óxido de manganeso A, AA, AAA)
- Aceites Lubricantes Usados
- Tóner, cintas y cartuchos de impresión con sustancias peligrosas
- Fármacos o medicamentos caducados
- Luminarias fluorescentes

Convenio de Basilea [20]

Desechos electrónicos peligrosos

Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos¹³ que contengan componentes como acumuladores y otras baterías fabricados con plomo, cadmio o mercurio, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes como por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las siguientes características peligrosas:

¹³ En esta entrada no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

- Explosivos: Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
- Líquidos inflamables: Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos, o mezclas de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo, pinturas, barnices, lacas, etc. pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60.5°C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65.6°C, en ensayos con cubeta abierta. (Como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición.)
- Sólidos inflamables: Se trata de los sólidos, o desechos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.
- Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: Se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.
- Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables
Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
- Oxidantes: Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

- **Peróxidos orgánicos:** Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -o-o- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.
- **Tóxicos (venenos) agudos:** Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
- **Sustancias infecciosas:** Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
- **Corrosivos:** Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que, en caso de fuga, pueden dañar gravemente, o hasta destruir, otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.
- **Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua:** Sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
- **Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos):** Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos.
- **Ecotóxicos:** Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
- **Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.**

Anexo 6: Certificaciones Ambientales

➤ HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTOS ELECTRÓNICOS (EPEAT)

El programa de herramientas de evaluación ambiental de productos electrónicos EPEAT (en inglés) basado en el estándar IEEE 1680 de valoración medioambiental de ordenadores personales, es un sistema para ayudar a los compradores a evaluar, comprar y seleccionar computadoras de escritorio, portátiles y monitores de ordenador basados en sus atributos ambientales. Fue desarrollado con el apoyo de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE.UU. Este programa suministra directrices ambientales para las decisiones de compra institucional de sectores público y privado.

EPEAT también ofrece una serie de criterios claros y consistentes para el diseño de productos, y provee la oportunidad para que los fabricantes obtengan un reconocimiento del mercado por sus esfuerzos para reducir el impacto ambiental de sus productos [21].

EPEAT evalúa los productos electrónicos en relación a 51 criterios ambientales en total. Para calificar un producto electrónico al registro EPEAT debe cumplir con todos los 23 criterios obligatorios.

Dentro del registro EPEAT los productos se clasifican a en tres niveles de desempeño ambiental: gold (oro), silver (plata) y bronze (bronce) según la proporción de cumplimiento de los 28 criterios opcionales.



Fig. 6.1 Logo de clasificación EPEAT oro, plata y bronce¹⁴

¹⁴ Imagen : <http://www.epeat.net/Criteria.aspx>

La calificación EPEAT GOLD es para los productos que cumplen todos los 23 criterios obligatorios y por lo menos el 75% de los criterios opcionales.

La calificación EPEAT SILVER es para los productos que cumplen todos los 23 criterios obligatorios y por lo menos el 50% de los criterios opcionales.

La calificación EPEAT BRONZE es para los productos que cumplen todos los 23 criterios obligatorios.

Los criterios obligatorios y opcionales están incluidos en ocho categorías:

1. Reducción / eliminación de materiales ambientalmente sensible
2. Selección de materiales
3. Diseño para el final de vida
4. Longevidad del producto / extensión del ciclo de vida
5. Conservación de la energía
6. Gestión final de vida útil
7. Rendimiento corporativo
8. Embalaje

➤ ENERGY STAR

ENERGY STAR es un programa conjunto entre la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y el Departamento de Energía de los Estados Unidos, que ofrece una certificación voluntaria de productos que usan energía de manera eficiente. El programa ENERGY STAR establece estándares altos diseñados para ahorrar energía, ahorrar dinero y ayudar a proteger el medio ambiente para las generaciones futuras [21].



Fig. 6.2 Logo de eficiencia energética ENERGY STAR¹⁵

¹⁵ Imagen : <http://www.panasonictoughbook.com.mx/por-qu%c3%a9-toughbook-certificaci%c3%b3n-energy-star.aspx>

Anexo 7: Campaña de reciclaje

Fig. 7.1 Afiche para la recolección de celulares y computadores¹⁶

¹⁶ Campaña de Recolección de desechos de computadores y celulares, Costa Rica

Anexo 8: Reciclaje de vidrio de TRC y tarjetas de circuito impreso

Para conocer acerca del manejo de TRC, en el que se recicla el vidrio de este, se presenta el proceso que se realiza para la separación del vidrio de pantalla del vidrio cónico o posterior de la pantalla.

El paso previo para separar un TRC es la limpieza del mismo. Se retira la cinta metálica que protege la unión entre el vidrio plano y el vidrio cónico o posterior del mismo y se pule la superficie para retirar etiquetas y adhesivos. Los TRC para ser utilizados en otras industrias o someterse a tratamientos posteriores deben estar en condiciones adecuadas.



Fig. 8.1 Limpieza de TRC¹⁷

Una vez limpio el TRC se lo divide en dos para separar el vidrio plano del vidrio cónico que contiene plomo tratando de que la separación sea lo más efectiva y no se contaminen entre sí.

Existen diversos mecanismos para dividir el TRC. Entre las técnicas que se utilizan para dividir un tubo de rayos catódicos se menciona las siguientes:

- Cable caliente de cromo-níquel
- Choque térmico
- Corte por laser
- Sierra de diamante

La aplicación de un laser resulta un mecanismo eficaz para separar los dos tipos de vidrio. Se utiliza un puntero laser para realizar una ranura entre el vidrio de la pantalla y el vidrio del embudo del TRC. Luego un alambre de cromo níquel

¹⁷ Imágenes de Fig. 8.1 y Fig. 8.2: <http://www.youtube.com/watch?v=f8VfcmKDLiw>

envuelve alrededor de la línea trazada por el laser el TRC y se calienta al hacer pasar una corriente a través del alambre. Como resultado la diferencia en el espesor del vidrio provoca distorsión y el vidrio se rompe en dos. La pureza del vidrio para ambos tipos es del 99,9% [22].

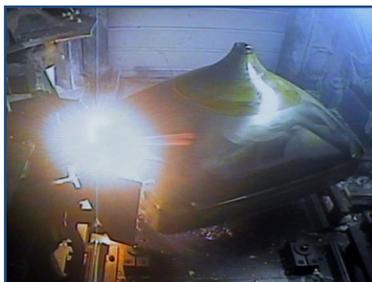


Fig. 8.2 Corte por laser

Inmediatamente después de la marcación de la ranura se somete ésta a un contraste térmico a ambos lados de la ranura lo que provoca la ruptura. Un mecanismo sencillo para conseguir esto es el uso de uno o varios tubos vortex.



Fig. 8.3 TRC y tubos vortex¹⁸

Una vez que se ha provocado la ruptura y los dos tipos de vidrio están separados se procede a retirar la parte posterior del tubo que contiene el vidrio con plomo y se almacena en un contenedor distinto al que utilizará para el vidrio de la pantalla.

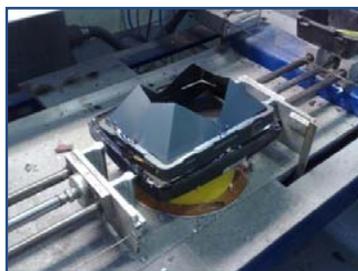


Fig. 8.4 Pantalla y mascara de sombra

¹⁸ Imágenes de Fig. 8.3 hasta Fig. 8.5: <http://www.recytech.info/v2/planta.php>

De la pantalla recientemente separada se retira la cubierta de fósforo utilizando un aspirador especial provisto de filtros para retener y almacenar esta sustancia nociva y dejar el vidrio limpio dispuesto para su posterior reutilización.



Fig. 8.5 Retiro de elemento fosforado del vidrio de pantalla

Al final de este proceso de división del tubo de rayos catódicos, utilizando alguna de las técnicas de corte, se tiene el vidrio de pantalla y el vidrio de embudo separados.

Posteriormente para el reciclaje de vidrios provenientes de rayos catódicos se utilizan métodos mecánicos y térmicos, combinados con métodos químicos para la recuperación de polvos de metales.

Con el fin de obtener un material de mayor valía para su reciclado, el vidrio con plomo se procesa a través de un sistema de limpieza para eliminar todas las capas de grafito y el revestimiento de conducción de silicato, óxido de hierro, óxido de aluminio y otras sustancias dependiendo del fabricante del TRC [23].

Entre los métodos de limpieza del vidrio de pantalla y del embudo del TRC de monitores están el lavado húmedo y métodos de limpieza por ultrasonidos.

El método de lavado húmedo presenta un mejor rendimiento de eliminación de capas y ningún problema de contaminación asociada (es decir sin aditivos químicos adicionales). Así pues el método de lavado húmedo se recomienda para su uso como método de eliminación de revestimiento CRT [24].



Fig. 8.6 Vidrio de TRC luego de la aplicación del método de lavado humedo¹⁹

El vidrio libre de revestimientos es destinado para el reciclado y posterior reutilización en la fabricación de nuevos tubos de rayos catódicos. Sin embargo los nuevos televisores LCD y monitores de pantalla plana, han reducido este circuito cerrado de reciclaje de vidrio proveniente de TRC, razón por la cual la reutilización del vidrio reciclado se destina a otras industrias como la de construcción.

➤ **Técnicas para separar vidrio de TRC triturado**

- Separación por densidad
- Separación por tamaño
- Clasificación por luz

Separación por densidad y tamaño

Cuando el vidrio del TRC es triturado sin dividirlo el vidrio de pantalla se rompe en fragmentos planos gruesos, mientras que el vidrio cónico del TRC se rompe en fragmentos más pequeños y delgados. El vidrio mezclado se introduce en un medio líquido que tiene una densidad media entre la de los dos tipos de vidrio. El vidrio más denso se hunde hasta el fondo.

➤ **Valorización de los CRT en el sector de la construcción**

El vidrio reciclado de monitores y televisores antiguos ya no cierra el ciclo de materiales recuperados como materia prima para la fabricación de nuevos TRC ya que la oferta de esta supera la demanda que tiene, por lo que actualmente se busca la inserción del material recuperado en otros usos.

¹⁹ Imagen Fig. 8.6: http://www.cosmodigitek.co.jp/sub/2_sub/CRT.htm

Las aplicaciones posibles en el sector de la construcción son: materiales cerámicos, materiales aislantes, materiales en base resina, materiales en base cemento, fuente de geopolímeros.

Los productos que se fabrican en la industria azulejera con el vidrio reciclado de tubos de rayos catódicos son: lavabos, mesones o superficies de trabajo para cocinas, azulejos, vitro cerámicas etc.



Fig. 8.7 Vidrio reciclado de TRC en mostrador y lavabo de cocina²⁰

Tarjetas de circuito impreso

Las tarjetas de circuitos impresos tienen un tratamiento previo de desmontaje manual para eliminar materiales peligrosos como pilas y otros componentes de gran tamaño. Luego se tritura para reducir el tamaño a unos pocos milímetros.

Para separar los diferentes materiales triturados se utiliza:

- Separación magnética para metales no ferrosos
- Separación magnética para algunas aleaciones de cobre
- Separación por corriente de Foucault para metales no ferrosos
- Separación con Triboeléctrica para plásticos granulados
- Separación por densidad
- Fundición para refinar las pequeñas fracciones de los metales preciosos como el oro

Los metales reciclados de las tarjetas de circuito impresas son: cobre, oro, estaño, hierro, otros. Los desechos no metálicos se utilizan como materia prima para la artesanía. El cobre reciclado se utiliza en la fabricación de tuberías, de cables de cobre.

²⁰ Imágenes Fig. 8.7: <http://www.nulifeglass.com/glass-products/glasseco.htm>

Los recursos económicos empleados en el reciclaje de circuitos impresos están determinados por varios factores en los que se incluye las características de los tableros a ser reciclados, el valor de los componentes regenerados o materias primas.

Las tablas de circuitos impresos que contienen metales valiosos, como oro o plata que pueden ser regenerados con facilidad serán económicamente beneficiosas para reciclar. Las juntas o uniones que contienen intrínsecamente materiales tóxicos o peligrosos (por ejemplo, mercurio) pueden tener poco o ningún valor al reciclarlos.