

**Desarrollo de una Propuesta de Gestión para los  
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos  
(RAEE) en la Ciudad de Córdoba, Argentina.**

**Riva, Yohana Paola**

Licenciatura en Gestión Ambiental

2012



El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una propuesta de gestión para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Córdoba, Argentina, considerando la separación en origen de este tipo de residuos, recolección diferenciada, tratamiento y disposición final. Para esto se debió tener en cuenta el marco legal vigente en la República Argentina a nivel nacional, provincial y municipal. Mediante visitas, entrevistas y herramientas metodológicas adaptadas, se procedió a conocer el contexto actual del sistema de gestión y lograr de esta manera plantear una propuesta viable en lo social, económico y principalmente ambiental, ya que de esa manera se da solución a un problema histórico, minimizando impactos ambientales y a la salud de las personas, y como principal eje del trabajo comenzar con una nueva etapa de concientización y responsabilidad hacia el medio ambiente a través de un cambio cultural.

This paper aims the development of a management proposal for the WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) in the city of Cordoba, Argentina, considering its division at source, differentiated harvest, treatment and final disposition. In order to do this, it had to be taken into account the valid legal framework in the Republic of Argentina at a national, provincial and municipal level. By means of visits, interviews and methodological adapted tools, it was proceeded to know the current management system context and accomplish in this way a viable social, economic and mainly environmental proposal, since in this way a solution to a historical problem is given, minimizing the environmental impacts on peoples' health. The principal work's axis is to begin with a new awareness and responsibility towards the environment through a cultural change stage.



## INDICE

CAPÍTULO I: Introducción y Objetivos. ....	0
<b>1. <i>Introducción.</i></b> .....	5
<b>2. <i>Objetivos.</i></b> .....	8
CAPITULO II .....	9
<b>3. <i>Marco Teórico Conceptual.</i></b> .....	10
<b>3.1. <i>Caracterización de los Residuos Peligrosos.</i></b> .....	10
<b>3.2. <i>Tratamientos para la Eliminación de los Residuos Peligrosos.</i></b> .....	15
<b>3.2.1 <i>Tratamientos Físicos.</i></b> .....	16
<b>3.2.2 <i>Tratamientos Químicos.</i></b> .....	19
<b>3.2.3 <i>Tratamiento Térmico.</i></b> .....	21
<b>3.2.4 <i>Vertido y Almacenamiento Controlado.</i></b> .....	24
<b>3.3 <i>Clasificación y Caracterización de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.</i></b> .....	25
<b>4. <i>Marco Legal.</i></b> .....	28
<b>5. <i>Marco Contextual.</i></b> .....	30
<b>5.1 <i>La problemáticas de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.</i></b> .....	30
<b>5.2. <i>Responsabilidad Extendida del Productos (REP) y Responsabilidad Individual del Productor (RIP).</i></b> .....	32
CAPITULO III: Diseño Metodológico. ....	35
<b>6. <i>Metodología.</i></b> .....	36
CAPITULO IV: Desarrollo Metodológico. ....	38
<b>7. <i>Situación actual de la ciudad de Córdoba en materia de Residuos Eléctricos y Electrónicos.</i></b> .....	39
<b>8. <i>Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos de la Provincia de Córdoba.</i></b> .....	41
<b>8.1 <i>Tratamiento de Residuos Peligroso existentes en la Provincia de Córdoba.</i></b> ....	42
<b>8.1.1. <i>Co-procesamiento en la Industria del Cemento.</i></b> .....	42
<b>8.1.2 <i>Biorremediación – Landfarming y Compostaje de Biomasa: Empresa IBS Córdoba S.A.</i></b> .....	45
<b>8.1.3 <i>Autoclaves tratamiento de residuos patógenos: Empresa “Estabilizadora Norte S.A.”</i></b> .....	46
<b>8.1.4 <i>Reciclado de Acumuladores Eléctricos (baterías) Empresa: FORBAT “Acumuladores Eléctricos S.R.L”</i></b> .....	46
<b>8.1.5. <i>Vertederos Controlados: Empresa Taym.</i></b> .....	47
CAPITULO V: Desarrollo. ....	49



9. Desarrollo del sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. ....	50
9.1. Separación en Origen. ....	50
9.2. Recolección Diferenciada. ....	51
9.3. Instalaciones Necesarias y Métodos de Tratamiento. ....	52
9.3.1. Instalaciones. ....	52
9.3.2. Métodos de Tratamientos. ....	53
9.4. Personal. ....	56
9.5. Presupuesto y Costos. ....	57
10. Conclusión. ....	59
11. Bibliografía. ....	61
ANEXO I. ....	63
ANEXO II. ....	68
ANEXO III. ....	71

## **CAPÍTULO I: Introducción y Objetivos.**



## ***1. Introducción.***

La contaminación ambiental generada por sustancias peligrosas provenientes de residuos posee una larga historia.

Desde el imperio romano, hace ya dos milenios, se conocen los primeros casos de envenenamiento por ingestión de plomo. No obstante, la problemática se agrava con el rápido desarrollo del progreso tecnológico que tuvo inicio durante la *revolución industrial*.

Como consecuencia de dicha revolución se aceleró el desarrollo de muchos campos económicos y produjo un efecto cada vez más importante sobre el ambiente.

A su vez los avances de las ciencias médicas y en salud pública redujeron la tasa de mortalidad, facilitando un incremento espectacular de la población humana y de modo paralelo, el consumo individual creció de forma acelerada junto con la producción industrial, la extracción de recursos y la agricultura intensiva.

A raíz de esto, la generación de residuos peligrosos comenzó a crecer de manera exponencial, como así también la naturaleza de los mismos, con una contribución cada vez mayor de sustancias de alta peligrosidad para el medio, aumentando así el riesgo para la salud humana.

En el presente trabajo se analizará un tipo de residuos peligrosos; los “Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos” (RAEE), que son aquellos productos eléctricos o electrónicos que son desechados o descartados al finalizar su vida útil, entre ellos podemos encontrar: computadoras, televisores, teléfonos celulares, electrodomésticos, etc. Por su parte la convención de Basilea, define a los residuos electrónicos como todo equipo o componente electrónico incapaz de cumplir la tarea para la que originariamente fueron inventados y producidos, y estos al ser desechados pasan a ser desechos electrónicos (Convenio de Basilea. Publicación disponible en: [www2.medioambiente.gov.ar](http://www2.medioambiente.gov.ar)).

Este tipo de residuo surge a raíz del impulso sin precedente que han tenido las innovaciones tecnológicas en el último siglo. Esto ha posibilitado que tecnologías en principio caras, complejas y orientadas a un público determinado, sean hoy baratas, sencillas y fácilmente utilizables en la vida cotidiana.

Este constante desarrollo tecnológico sumado a la lógica del mercado, genera un permanente recambio de los artefactos eléctricos y electrónicos que se consumen de manera doméstica. Las nuevas funcionalidades y modelos de los aparatos y la mayor



accesibilidad por la disminución de los costos, hacen que estos productos se tornen obsoletos con mayor rapidez. Por este motivo es que se produjo una explosión en la generación de la llamada “basura electrónica”.

A nivel mundial la ONU estima que se producen 50 millones de toneladas anuales de Residuos Eléctricos y Electrónicos.

En el caso de nuestro país, los RAEE están creciendo muy rápidamente, ya que actualmente alcanzan las 100.000 toneladas anuales (aproximadamente 2,5 kg per cápita) dado que las ventas de algunos productos electrónicos crecieron en los últimos años a una tasa anual del 20% o más, y no existe prácticamente ninguna infraestructura formal para ocuparse del tema. (THOMAS LINDHQVIST; PANATE MANOMAIVIBOOL Y NAKO TOJO. 2008. “La Responsabilidad Extendida del Productor en el contexto de Latinoamérica” “La Gestión de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina” Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar)).

El despegue de las ventas y del consumo de los aparatos electrónicos en Argentina se produjo luego de la crisis económica de 2001-2002, primero creció considerablemente el consumo de computadoras personales y luego, en 2004 se disparó la venta de teléfonos celulares.

En el año 2011 se descartaron más de 1 millón de computadoras y aproximadamente 10 millones de celulares. Más del 30% de estos aparatos terminará directamente en rellenos o basurales a cielo abierto (Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado: 15/01/2012).

En la ciudad de Córdoba, según cálculos del Laboratorio de Investigación Aplicada, y Desarrollo de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, la generación anual de residuos electrónicos es de tres kilogramo por habitante (Universidad Nacional de Córdoba. Publicación disponible en: [www.unc.edu.ar](http://www.unc.edu.ar). Consultado: 15/01/2012).

El principal problema con este tipo de residuos es la contaminación ambiental que pueden ocasionar al final de su vida útil ya que en su estructura poseen sustancias químicas tóxicas y metales pesados altamente peligrosos como el plomo, mercurio, cadmio etc. y actualmente estos residuos son arrojados en baldíos, basurales a cielo abierto, en rellenos sanitarios o hasta son incinerados provocando un alto grado de contaminación en suelo, aire, napas de agua subterráneas poniendo en riesgo la salud



de las personas (Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado: 15/01/2012).

Pero además de materiales peligrosos, los RAEE poseen en su interior metales preciosos como el oro y la plata, o materiales con un alto valor comercial como es el cobre que puede ser recuperado para su reutilización. Solo considerando estos tres metales presentes en un teléfono celular (oro, plata y cobre) y teniendo en cuenta los 10 millones de celulares descartados en Argentina en 2011 se estima un desperdicio de: 228 kilogramos de oro equivalente a 12.462.480 dólares; 1.750 kgs. de plata por 1.855.000 dólares, y 81.000 kgs. de cobre equivalente a 664.200 dólares, lo que representa un total de 14.981.680 dólares. (Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado: 17/04/2012). Por lo tanto sería mucho más conveniente la recuperación y reciclado de todos los materiales que conforman un Aparato Eléctrico y Electrónico a la simple disposición final que se le brinda en estos momentos, pero tanto en Argentina como la ciudad de Córdoba falta tanto reglamentaciones como iniciativa empresariales para su tratamiento sustentable.





## **2. Objetivos.**

### *2.1 Objetivo General:*

- Desarrollar una propuesta de gestión integral y sustentable para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la ciudad de Córdoba.

### *2.2 Objetivos Específicos:*

- Realizar un análisis de la situación actual de gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la ciudad de Córdoba.
- Relevar los operadores de residuos peligrosos de nuestra provincia mediante el “Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos” de la Secretaría de Ambiente de la Provincia.
- Analizar las características técnicas, metodológicas y ambientales que presentan los distintos tratamientos que se realizan en nuestra provincia con el fin de identificar el más apto para este tipo de residuos.

## **CAPITULO II**



### **3. Marco Teórico Conceptual.**

#### **3.1. Caracterización de los Residuos Peligrosos.**

La definición de residuos peligrosos se presenta, en la práctica, ligada al marco legal dentro del que se realiza y en el que se establecen los criterios y métodos para su clasificación y caracterización (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

Cronológicamente, la primera aproximación al concepto de residuos peligrosos aparece en la legislación estadounidense, dentro de la Resources Conservación and Recovery Act (RCRA) de 1976. Dicha Ley considera un residuo como peligroso “si causa o contribuye de forma significativa a un incremento de la mortalidad o de enfermedades serias irreversibles o reversibles incapacitantes o representa un peligro sustancial, cierto o potencial, para la salud humana o el medio ambiente cuando se trata, almacena, transporta, dispone o gestiona incorrectamente (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

En Argentina, la Ley Nacional 24.051/92 en su art. N° 2 “considera peligroso, a todo residuo que pueda causar un daño, directa o indirectamente a los seres vivos o a contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general”.

Según la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA) para ser considerado residuo peligroso, un material debe ser clasificado primero como residuo sólido. La EPA define residuo sólido como basura, desperdicio, depósito de alcantarillado u otros materiales desechados (sólidos, semisólidos, líquidos y materiales gaseosos contenidos). (EPA. [www.epa.gov](http://www.epa.gov) Consultado: 10/02/2010)

En cuanto a las características que determinan la consideración de residuos peligrosos, la EPA establece las siguientes:

- **Inflamabilidad:** los residuos inflamables se inflaman bajo ciertas condiciones o son espontáneamente combustibles, y tienen un punto de inflamación menor a 60°C. Ej. Solventes usados.



- Corrosividad: los residuos corrosivos son ácidos o bases capaces de corroer recipientes de metal, tales como tanques de almacenamiento, tambores y barriles. Los baños de procesos ácidos o alcalinos son un buen ejemplo.
- Reactividad: Los residuos reactivos son inestables bajo condiciones “normales”. Pueden provocar explosiones, gases tóxicos o vapores cuando se combinan con agua.
- Toxicidad: los residuos tóxicos son dañinos o fatales cuando se ingieren o absorben. Cuando los residuos tóxicos se vierten en la tierra, el líquido contaminado puede escurrirse (lixiviado) del residuo y contaminar el agua. (MARTINEZ 2005. “Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Anexo 4. EPA. Consultado: 10/05/2010)

Por otra parte nuestra legislación nacional establece en la Ley 24.051, Anexo II, una lista de características que determinan la peligrosidad del residuo (Anexo I, p. 12) y en la cual se especifica “Clase según las Naciones Unidas | N° de Código | Características”. Dicho listado se detalla a continuación:

**1 | H1 | Explosivos**: son todas aquellas sustancias o desechos, sólidos o líquidos, que por sí mismos son capaces, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.

**3 | H3 | Líquidos inflamables**: son aquellos líquidos o mezcla de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etc.) que emiten vapores inflamables a temperatura no mayores de 60,5°C en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65,6°C en ensayos con cubeta abierta.

**4.1 | H4.1 | Sólidos inflamables**: Se trata de 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.

**4.2 | H4.2 | 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.



**4.3 | H4.3 | Sustancias o desechos que en contacto con el agua emiten gases inflamables:** son aquellas sustancias o desechos que por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.

**5.1 | H5.1 | Oxidantes:** son aquellas sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

**5.2 | H5.2 | Peróxidos orgánicos:** son aquellas sustancias o desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente O-O. Estas son sustancias inestables térmicamente que puede sufrir una descomposición auto acelerada exotérmica.

**6.1 | H6.1 | Tóxicos (venenos) agudos:** Son aquellas sustancias o desechos que pueden causar la muerte, lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.

**6.2 | H6.2 | Sustancias infecciosas:** Son sustancias o desechos que contienen microorganismos viables a sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.

**8 | H8 | Corrosivos:** Son 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.

**9 | H10 | Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o con el agua:** Son sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.

**9 | H11 | Sustancias Tóxicas (con efectos retardados o crónicos):** Son sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos o penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénia.

**9 | H12 | Ecotóxicos:** Son sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.

**9 | H13 | Sustancias que pueden por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que pose alguna de las características arriba expuestas.**



Según Rodríguez Jiménez e Irabien Gulías (1999), para determinar si un residuo posee alguna de las características arriba mencionadas existen diversos procedimientos o metodologías para evaluar a dicho residuo y así determinar si se encuentra dentro de alguna de las categorías que consideran a un residuo como peligroso.

- **Metodología para evaluar la característica de explosividad:** es un método de ensayo que nos permite evaluar si el residuo en cuestión, ya sea una sustancia sólida o pastosa presenta peligro de explosión cuando se expone a los efectos de una llama (sensibilidad térmica) o a un choque o fricción (sensibilidad mecánica).
  - a) Ensayo de sensibilidad térmica: consiste en calentar la sustancia en tubos de acero a diferentes grados de confinamiento para determinar si dicha sustancia puede hacer explosión térmicamente.
  - b) Ensayo de sensibilidad mecánica (choque): consiste en someter a la sustancia a un choque golpeando con un martillo sobre un yunque de acero.
  - c) Ensayo de sensibilidad mecánica (fricción): consiste en someter a la sustancia a una fricción entre dos superficies tipo, en condiciones específicas de carga y movimiento relativo.
- **Metodología para evaluar la característica de comburencia:** esta evaluación solo se realiza a sustancias sólidas, no es aplicable a los líquidos, gases, a sustancias explosivas o fácilmente inflamables, a los peróxidos orgánicos y a las sustancias sólidas que puedan fundirse en las conducciones de ensayo (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).
- **Metodología para evaluar la característica de inflamabilidad:** se realiza para determinar la temperatura de autoinflamación de los líquidos volátiles, sólidos y gases que se pueden inflamar en presencia de aire mediante una superficie caliente. El grado de autoinflamación se expresa en términos de temperatura de autoignición, que se define como la temperatura mas baja a la que se inflama la sustancia o residuo en presencia de aire.

Por lo tanto este método consiste en proporcionarle calor a la sustancia en ensayo y observar cual es su comportamiento ante este. Si el calor producido



no se disipa rápidamente, el autocalentamiento ocasiona la inflamación espontánea.

La inflamación espontánea es la temperatura mínima, expresada en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) a la que se inflama cierto volumen de sustancia en condiciones definidas.

- **Metodología para evaluar las características tóxicas, carcinogénico, tóxico para la reproducción y mutagénico:** la determinación de los efectos tóxicos sobre seres humanos o animales se realiza mediante los parámetros DL50 (dosis letal media), que se define como la dosis que causa la muerte del 50% de los animales a los que se les ha administrado la sustancia, y el parámetro CL50 (concentración letal media), que es la concentración de una sustancia que causa la muerte del 50% de los animales expuestos a la misma durante un periodo de tiempo determinado.
- **Metodología para evaluar las características de ecotoxicidad:** la característica de ecotoxicidad se define como el riesgo actual o diferido para el ambiente asociado a un residuo.
  - a) Ensayos de ecotoxicidad sobre sistemas biológicos: se expone a un número determinado de seres vivos a la sustancia en ensayo y se comprueban los efectos letales o subletales sobre ellos. Ensayos de biodegradabilidad: este ensayo consiste en inocular una solución o sustancia en un medio mineral e incubarlo en condiciones aeróbicas en la oscuridad o luz difusa. Ensayos de degradación: este ensayo consiste en cuantificar los cambios químicos producidos por una sustancia con el tiempo.
    - ✚ Demanda biológica de oxígeno (DBO): se define como la masa de oxígeno disuelto necesario para asegurar, en condiciones definidas, la oxidación bioquímica de un volumen de solución o sustancia determinada.
    - ✚ Demanda química de oxígeno (DQD): se define como la cantidad de oxígeno consumida por la sustancia en condiciones de laboratorio establecidas.
    - ✚ Hidrólisis en función del pH: se define como la reacción de un producto químico con el agua; es una reacción importante que



controla la degradación abiótica. Este método solo es aplicable a sustancias hidrosolubles.

- **Ensayo de Lixiviados:** unos de los riesgos ambientales mas importantes de los residuos está asociado a que una incorrecta gestión del mismo puede ocasionar una incorporación al medio natural, suelos, agua o aire de sustancias, por la movilidad en líquidos de los contaminantes potencialmente peligrosos que contienen los residuos.

Es oportuno considerar que la peligrosidad del lixiviado depende del tipo de residuo del que se origina. Por este motivo se utilizan métodos de evaluación de la ecotoxicidad del residuos, que parten de establecer las características de movilidad de los componentes potencialmente tóxicos que contiene el mismo en un medio líquido a través de un ensayo de lixiviación.

La lixiviación puede definirse como la extracción de una sustancia (contaminante) presente en la fase sólida (residuo) por una fase líquida (fluido extractor) que se pone en contacto con ella (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

### ***3.2. Tratamientos para la Eliminación de los Residuos Peligrosos.***

Actualmente podemos encontrar distintos tipos de tratamientos para la eliminación de residuos peligrosos, estos son: tratamientos físicos, químicos, biológicos, térmicos, y vertido controlado. En el proceso de eliminación de estos residuos, en primer lugar se aplican los tratamientos físicos, para luego, dependiendo del caso o tipo de residuo a tratar, aplicar alguno de los otros tratamientos existentes. Finalmente, y como última opción se dispone a los residuos en un vertedero controlado.

En el presente trabajo se describen todos los tipos de tratamientos que existen, aunque se detallan con mayor profundidad los tratamientos biológicos, y térmicos y Vertido Controlado, ya que son los más utilizados en nuestra provincia.





### 3.2.1 Tratamientos Físicos.

#### Operación de Sólidos en Suspensión.

En general, los residuos líquidos pueden contener sólidos en suspensión y se le aplican diferentes operaciones para separar dichos sólidos de los líquidos en cuestión. Estas operaciones son las siguientes (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999):

- Desbaste: es la operación que se realiza para separar los sólidos suspendidos grandes, tales como madera, plásticos o papel. Esta operación tiene dos objetivos principales: se utiliza como tratamiento preliminar para separar algunos sólidos del resto de los residuos y, además, para proteger bombas, válvulas o tuberías de daño o taponamiento. Los dispositivos de desbaste pueden ser varillas o barras paralelas que se denominan *rejas* y que generalmente son utilizadas para separar sólidos gruesos, y dispositivos como placas perforadas o mallas metálicas que se denominan *tamices* y se utilizan para desbaste de partículas finas.
- Sedimentación: es el proceso de separación de sólidos suspendidos, aceites y grasas y otros materiales más pesados o más ligeros que el fluido transportador (generalmente agua) debido a la acción de la fuerza de gravedad. Esta operación tiene dos aplicaciones principales: como pretratamiento de efluentes tóxicos que contengan altas concentraciones de sólidos suspendidos sedimentables y/o aceites, y como postratamiento, especialmente en el espesamiento de los sólidos producidos en otros procesos de tratamientos como el biológico.

Podemos encontrar dos tipos de equipos de sedimentación según las aplicaciones de los mismos:

- Tanques de sedimentación estáticos: no requieren recirculación y se emplean, principalmente como tratamiento previo a otros procesos de eliminación de sólidos. Estos pueden ser rectangulares o circulares.
- Tanques de contacto de sólidos o clarificadores: este tipo de equipos tienen como objetivo no solo la eliminación de sólidos suspendidos si-no también el espesamiento del lodo generado,



por lo tanto su principal aplicación es la separación de sólidos producidos por otros procesos de tratamiento. Los clarificadores de contacto de sólidos pueden ser de manta de lodo o de lechada recirculante.

- Flotación: es un proceso de separación por gravedad en el que finas burbujas de gas, generalmente aire, se introducen en una fase líquida adhiriéndose a los sólidos y la fuerza ascendente del conjunto partícula-burbuja hace que las partículas suban a la superficie, de donde son eliminadas mediante un rascado superficial. Esta operación se aplica a los sólidos de baja densidad, grasas libres o emulsionadas, aceites y materiales fibrosos (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).
- Filtración: es un proceso de separación que consiste en hacer pasar una mezcla sólido-líquido a través de un material poroso, que retiene los sólidos y deja pasar el líquido (filtrado). Este tratamiento tiene dos tipos de aplicaciones: *clarificación de líquidos con bajo contenido de partículas*, donde se lo aplica posterior a la sedimentación o previa a otras operaciones que requieren una entrada de líquidos libres de sólidos en suspensión, y *desaguado de lodos*, cuyo objetivo es obtener un lodo con un bajo contenido de agua lo que facilita su transporte, tratamiento posterior o disposición final.
- Centrifugación: es un proceso de separación por gravedad que utiliza la fuerza centrífuga para acelerar la sedimentación de mezcla de componentes de diferente densidad. Las principales aplicaciones son la separación de sustancias con altas concentraciones de sólidos, la deshidratación de lodos y la separación de mezclas sólido/agua/aceite con bajo contenido de sólidos. La centrifugación no se suele utilizar para clarificar.

#### ✚ Operación para Tratamientos y Reutilización de Residuos Líquidos:

- Evaporación: es una operación en la que se produce la vaporación de un líquido a partir de la disolución o de una suspensión de sólidos mediante el aporte de energía. Este tipo de tratamiento es eficaz para residuos acuosos que se llevan a su punto de ebullición, vaporizándose agua pura y quedando los componentes tóxicos en la parte no evaporada. Por ello, son ejemplos



característicos el tratamiento de líquidos y lodos radioactivos, el agua utilizada en procesos de tratamiento superficial de piezas metálicas, tratamiento de conservantes para la madera, entre otros.

La aplicación de esta tecnología viene determinada por el tipo de residuo como así también por las limitaciones asociadas al diseño del equipo.

- Destilación: consiste en la vaporación de una mezcla de dos o más componentes volátiles a partir de una mezcla, seguida de la condensación de la fracción vaporizada. Este tratamiento se emplea, por lo general, por la industria química para la purificación de productos, recuperación de disolventes y reducción del volumen de residuos (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).
- Arrastre por aire: en este tipo de tratamiento, los componentes volátiles de una fase líquida son transferidos a una corriente de aire. Se aplica a líquidos que contengan concentraciones bajas o moderadas de compuestos volátiles y semivolátiles, tanto orgánicos como inorgánicos. Generalmente este tipo de tratamiento se aplica para la separación de compuestos orgánicos.
- Arrastre por vapor: es un proceso en el que los componentes volátiles de una fase líquida son transferidos a una corriente de vapor de agua. El calor que el vapor de agua transfiere al residuo líquido aumenta su temperatura, incrementando tanto la velocidad de transferencia de materia como el coeficiente de distribución del compuesto volátil entre la fase líquida y el vapor de agua.
- Adsorción en carbón activo granular: Este tratamiento es un proceso que permite eliminar una amplia variedad de componentes tóxicos de una corriente líquida o gaseosa mediante su adsorción sobre la superficie de partículas de carbón activo microporoso. Su utilización mas común es en la separación de contaminantes orgánicos del agua o aire.

#### Separación con Membranas

Una membrana es un material que, formando una pared fina (0,05 a 2 mm), es capaz de ejercer una resistencia selectiva a la transferencia de los diferentes constituyentes de un fluido, permitiendo la separación de algunos de dichos componentes (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).



- Filtración con membranas semipermeables: en este tipo de operación la filtración se produce bajo la acción de un gradiente de presiones. La caída de presión favorece el paso del fluido constituyendo el *permeado o filtrado*, mientras que las partículas son retenidas por el medio filtrante.

Hay cuatro tipos de procesos de filtración por membranas. Estas se clasifican de acuerdo al tamaño de los poros de las membranas y a las presiones aplicadas: **Microfiltración**, utilizada para partículas finas entre 0,02 y 10 micras y con caída de presión pequeña. La **Ultrafiltración**, permite la separación de partículas de entre 0,001 y 0,02 micras y se ejerce una presión intermedia. La **Osmosis Inversa** logra el paso de un disolvente de una disolución más diluida a una más concentrada mediante la aplicación de una presión diferencial que excede la presión osmótica. Esta operación consigue una separación casi completa con compuestos en el rango de tamaño entre 0,0001 y 0,001 micras. Por último la **Nanofiltración** es una variación de la ósmosis inversa también aplicada a la separación de iones de disoluciones acuosas. La característica principal de este tipo de membranas es que rechazan con gran efectividad (85-95%) cationes divalentes como el calcio, magnesio, pudiendo utilizarse para la neutralización de efluentes básicos.

### 3.2.2 Tratamientos Químicos.

La aplicación de estos tipo de tratamientos a los residuos peligrosos tienen como objetivo principal la transformación de dichos residuos, o de alguno de sus componentes, en especies de menor peligrosidad o inertes mediante la utilización de una reacción química.

Los residuos sometidos a tratamientos químicos son generalmente residuos líquidos o lodos de alguno de los siguientes grupos: disoluciones ácidas o alcalinas; residuos con metales o fosfatos, sulfuros, cianuro o cromo hexavalente; emulsiones de aceite, entre otros.

Generalmente los tratamientos químicos van acompañados de operaciones físicas; a este proceso de lo denomina físico-químico. Dicho tratamiento permite la recuperación y reciclado de la materia valiosa de un residuo o puede servir de pretratamiento separando componentes, reduciendo volumen o acondicionándolo para



permitir un tratamiento posterior por incineración, estabilización o su vertido controlado.

A continuación detallan los diferentes procesos químicos, aplicables a residuos peligrosos (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999):

- Neutralización: se utiliza para el tratamiento de residuos clasificados como peligrosos debido a su alto o bajo valor de pH. La neutralización de un residuo se realiza mediante la adición de un reactivo químico para modificar el pH. La cal es uno de los reactivos más utilizados para neutralizar residuos ácidos y el hidróxido de calcio para neutralización de alcalinos.
- Precipitación: consiste en la transformación de las especies disueltas que proporcionan el carácter de tóxico a un residuo en forma insoluble por adición de reactivos o agentes de ajuste de pH seguido de la separación mediante sedimentación, filtración o flotación de la fase sólida formada.
- Coagulación y floculación: la *coagulación* es la desestabilización química de las partículas del residuo tratado, por otro lado la *floculación* hace referencia a la aglomeración de las partículas desestabilizadas en partículas de mayor tamaño para que puedan sedimentar.

El objetivo principal de la coagulación y floculación es eliminar del residuo los sólidos suspendidos y coloides cuyas velocidades de sedimentación son demasiado lentas para una clarificación satisfactoria. Este tipo de tratamiento se utiliza generalmente en residuos procedentes de la industria textil, industria alimenticia, mataderos, industria de fabricación de pinturas, plásticos y látex (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

- Oxidación y Reducción: las reacciones de oxidación y reducción se producen acopladas. La *oxidación* es una reacción química en la cual se incrementa el estado de oxidación de una sustancia por pérdida de electrones y la *reducción* es una reacción con una disminución en el estado de oxidación debido a una ganancia de electrones.

Este proceso químico se utiliza en el tratamiento de residuos peligrosos para transformar especies tóxicas en compuestos menos peligrosos, así, una molécula orgánica puede ser transformada en dióxido de carbono y agua o en un producto intermedio menos tóxico que el inicial.



Este tratamiento es aplicable a compuestos inorgánicos tales como sulfuros y cianuros; a compuestos orgánicos como fenoles y aminas; a ácidos húmicos; a compuestos que dan sabor o color, como algunos tipos de insecticidas, bacterias y algas.

### 3.2.3 Tratamiento Térmico.

#### Incineración

La incineración constituye el sistema de gestión más utilizado para el tratamiento de los residuos peligrosos. El residuo ideal para incinerar y para el cual está diseñado este sistema, es aquel que posee una alta proporción de materia orgánica y baja de agua e inertes, de este modo pueden ser quemados sin necesidad de emplear combustible adicional y con aprovechamiento del calor producido, para dar lugar a un residuo con menos volumen que el inicial (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

Como en todos los tratamientos descritos es importante conocer las características del residuo a tratar para lograr una destrucción satisfactoria o reducción de la toxicidad del mismo y baja amenaza para el ambiente. Es por ello que es importante realizar, en primer lugar, una caracterización del residuo con motivo de determinar la presencia de *compuestos orgánicos* (carbono, hidrógeno y oxígeno), ya que estos determinan su poder calorífico, como así también la presencia de compuestos inorgánicos, como nitrógeno, azufre, fósforo, cloro etc., que conducen a la formación de compuestos peligrosos que contaminan los gases de combustión y exigen un tratamiento adicional antes de su emisión a la atmósfera ya que pueden ser perjudiciales para el ambiente.

Además, desde el punto de vista técnico es importante conocer el contenido de *humedad* o cantidad de agua que acompaña al residuo, por su importancia en el balance calorífico del proceso. También es importante conocer la proporción de *cenizas* por su relación con el volumen final de residuo tras la incineración; en residuos sólidos conviene determinar la proporción de volátiles y carbono fijo presente en el mismo por su influencia en el proceso de combustión. El conjunto de todas estas determinaciones se conoce como *análisis inmediato*.



Luego de determinadas las características de los residuos a tratar se procede a la preparación de los mismos para finalmente ser incinerados.

A continuación se detallan los distintos sistemas empleados para la incineración de los residuos peligrosos:

- Cámaras de Inyección de Líquidos.

El sistema de inyección de líquidos y el horno rotatorio constituyen la opción tecnológica más utilizada para la incineración de residuos peligrosos.

Este tipo de instalación consta de una cámara, generalmente cilíndrica, con la pared interior recubierta de material refractario, provista de una serie de quemadores a través de los cuales se ingresa el residuo, y en caso que sea necesario, se agrega combustible suplementario en forma de gotas.

La temperatura de trabajo supera los 1000°C y puede llegar incluso a 1700°C.

Su diseño, operación y mantenimiento son sencillos y generalmente, este sistema se utiliza para el tratamiento de líquidos o lodos (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

- Horno Rotatorio.

El sistema de horno rotatorio representa la tecnología más utilizada en términos de volumen de residuos peligrosos incinerados.

Este tipo de instalación consiste en un cilindro refractario alineado que tiene lugares de fijación y rota suavemente (0,5 a 2 rpm) sobre su eje longitudinal. El horno está desviado 1 a 2° desde el extremo de la alimentación hasta el extremo del vertido de cenizas, de forma que el residuo se mueve horizontalmente y radialmente a través del cilindro. El residuo se quema y se mueve hacia el extremo de vertido de cenizas. Por último, los gases de combustión pasan a una cámara de combustión secundaria y se calientan hasta una temperatura alta para completar su destrucción, mientras que las cenizas se vierten al extremo final (LAGREGA *et al*, 1996).

- Horno de Parrilla Móvil.

Los hornos de parrilla móvil constan de una cámara de combustión en cuyo interior se desplaza el sólido en una cinta transportadora de acero u otro sistema mecánico similar. Bajo la base del mismo se inyecta aire que atraviesa la capa de residuo, de igual manera se inyecta aire secundario por la parte superior para completar la combustión en la fase gas.



Este sistema se utiliza generalmente para la incineración de residuos sólidos urbanos y requiere instalaciones de gran tamaño.

Una desventaja del mismo es que si bien admiten residuos dentro de un intervalo de tamaño relativamente amplio, no tiene la flexibilidad de los hornos rotatorios, y por lo tanto es más exigente en cuanto a la preparación del residuo. El tiempo de residencia de los residuos dentro del sistema varía según el mecanismo de transporte sobre el que descansan los mismos, este puede variar entre 10 minutos a 3 horas, aunque lo más frecuente es de 20 a 30 minutos (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

- Horno de Piso.

Este sistema se utiliza muy poco para la incineración de RP, ya que necesita de altas temperaturas y estas acortan sensiblemente su vida útil. Generalmente es utilizado para el tratamiento de lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales.

Este sistema posee un diseño complicado desde el punto de vista mecánico y consiste en una cámara vertical, con una serie de plataformas ligeramente inclinadas, a las que va cayendo el sólido, que se alimenta por la parte superior. Un sistema de brazos unidos a un eje central que gira a velocidad controlada va removiendo la capa de sólidos del piso y va empujándola hacia la sección de caída. El aire circula en contracorriente, de forma que la combustión se da en los pisos intermedios, la zona superior es de secado/calentamiento y en la inferior se enfrían las cenizas y se precalienta el aire.

Es un sistema de tratamiento interesante para residuos con alto contenido de humedad por su eficiencia térmica, por otro lado, el intervalo de tamaño de sólidos que puede manejar es más menor que en el caso de los hornos de parrilla móvil y que los rotatorios (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999).

- Hornos de Lecho Fluidizado.

Este sistema utiliza un “horno fluido” con arena o alúmina. La arena se encuentra dispuesta sobre una superficie porosa y un flujo de aire desde abajo, con una determinada presión, fluidizará el lecho de arena o lo mantendrá en suspensión, siempre que la presión del aire no sea tan grande como para arrastrar la arena fuera del sistema.

El residuo se inyecta dentro del fluido en forma de líquido fango o un sólido de tamaño uniforme. El aire que fluidiza el lecho se calienta hasta la temperatura de





ignición del residuo y este se comienza a quemar (oxidar) dentro del lecho. La mayor parte de las cenizas permanecen en el lecho, pero algo sale de la incineradora a través del equipo de control de la contaminación del aire (LAGREGA *et al*, 1996).

### **3.2.4 Vertido y Almacenamiento Controlado.**

Como etapa final del tratamiento de los residuos peligrosos acudimos al vertido o almacenamiento controlado de los mismos.

Esta técnica supone una vía de gestión cuando el tratamiento utilizado para eliminar el residuo no permite una destrucción completa del mismo o son residuos producidos como consecuencia de otros tratamientos como la incineración o tratamiento físico-químico, o bien el tratamiento adecuado implica un costo excesivo.

El vertido controlado se realiza en depósitos de seguridad, en ellos se alberga los residuos a largo plazo, y tanto durante su explotación como posteriormente a la clausura, los residuos peligrosos estarán cuidadosamente controlados para evitar cualquier afección por lixiviados y gases al medio exterior.

La elección de una zona adecuada para situar un depósito de seguridad es muy importante ya que de ello depende un buen funcionamiento del mismo y eliminación de posibles riesgos para la sociedad y el ambiente.

Debido al potencial impacto de los depósitos de seguridad sobre el ambiente, el objetivo principal de este tipo de instalaciones es procurar la estabilidad más absoluta del residuo en su lugar de emplazamiento, durante periodos de entre treinta y cincuenta años de vida operativa (periodo de explotación, mas periodo post-clausura), de forma que no pueda afectar al medio exterior.

Por ello, previo al vertido el residuo debe ser evaluado para determinar si no es posible aplicarle algún tratamiento para reducir su volumen y/o toxicidad. Para lograr esto podemos encontrar una tecnología denominada solidificación/estabilización, la cual está basada en un conjunto de operaciones que, mediante la utilización de aglomerantes y aditivos, reducen la movilidad y toxicidad de los contaminantes contenidos en los residuos, generando un producto final que puede ser utilizado o cuya disposición es admisible en depósitos de seguridad (RODRIGUEZ JIMENEZ E IRABIEN GULIAS 1999)



### **3.3 Clasificación y Caracterización de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.**

La Unión Europea define los equipos eléctricos y electrónicos como todo aquel que requiere para su funcionamiento energía eléctrica o campos electromagnéticos, de tensión nominal no superior a 1000 V en corriente alterna y 1500V en corriente continua (BIZKAIKO FORU ALDUNDIA. 2007. Reciclado de materiales: Perspectivas, Tecnologías y Oportunidades. Publicación disponible en: <http://www.efn.uncor.edu>. Consultado: 20/01/2012).

Esta lista menciona 10 grupos de productos o aparatos que al final de su vida útil pueden constituir Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE):

1. Electrodomésticos de gran tamaño, tales como frigoríficos, congeladores, lavadoras, lavavajillas, etc.
2. Electrodomésticos de pequeño tamaño, tales como, aspiradoras, planchas, secadores de pelo, etc.
3. IT & Aparatos de telecomunicación, tales como procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras), y elementos de computación personal (ordenadores personales, ordenadores de carpeta, máquinas copiadoras, telex, teléfonos etc.).
4. Aparatos de consumo, tales como aparatos de radio, televisores, cámaras de vídeo, etc.
5. Aparatos ligeros, tales como luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad etc.
6. Herramientas eléctricas y electrónicas, tales como taladros, sierras y máquinas de coser.
7. Juguetes, tales como trenes y coches eléctricos, consolas de vídeo y juegos de vídeo.
8. Aparatos médicos, tales como aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis, etc.
9. Instrumentos de medida y control, tales como termostatos, detectores de humo o reguladores de calor.
10. Máquinas dispensadoras automáticas, de bebidas calientes, botellas, latas, o productos sólidos.



Desde el punto de vista de la producción, comercialización y consumo los aparatos eléctricos y electrónicos se clasifican en tres grupos, bajo de denominación:

- ✓ Línea blanca: frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, hornos y cocinas.
- ✓ Línea marrón: televisores, equipos de música, vídeos.
- ✓ Línea gris: equipos informáticos (teclados, CPUs, ratones) y teléfonos móviles.

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos son una mezcla compleja de cientos de materiales, muchos de los cuales poseen metales pesados o compuestos químicos peligrosos que al finalizar su vida útil son altamente contaminantes para el ambiente y perjudiciales para la salud humana (High “Toxic” Tech. 2008. Greenpeace Argentina. Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado el 04/01/2012)

A continuación detallaremos alguno de los materiales peligrosos que componen los RAEE:

- **Retardantes de fuego bromados (RFB):** utilizados en teléfonos celulares y computadoras, han sido vinculados con efectos de neurotoxicidad. La exposición persistente a estos compuestos puede conducir a problemas de aprendizaje y memoria; pueden interferir con la tiroides y con el sistema hormonal del estrógeno. La exposición fetal se encuentra ligada a desórdenes de comportamiento. En Argentina, mil toneladas de RFB fueron utilizados en 2004 para fabricar 674 millones de teléfonos celulares.
- **Tubos de rayos catódicos TRCs (Plomo):** utilizados en monitores y televisores. La exposición al plomo contenido en los tubos puede causar daños cognitivos en los niños y puede dañar el sistema nervioso, reproductivo y circulatorio en los adultos. Los monitores vendidos a nivel mundial en 2002 contienen aproximadamente 10 mil toneladas de plomo.
- **Cadmio:** utilizado en las baterías recargables de las computadoras; contactos y switches; y en monitores de TRCs viejos, puede acumularse en el ambiente y es altamente tóxico, afectando principalmente riñones y huesos.
- **Mercurio:** en interruptores y cubiertas, tubos fluorescentes, monitores de pantalla plana como dispositivo de iluminación y en pilas primarias, por ejemplo, puede causar daños en el sistema nervioso central, particularmente en etapas tempranas de desarrollo.



- **Compuestos de cromo hexavalente:** utilizados en la producción de cubiertas de metal, son altamente tóxicos y carcinogénicos.
- **Policloruro de vinilo (PVC):** es un plástico utilizado en productos electrónicos como aislante en cables y alambres. Los procesos de producción y desecho por incineración del PVC generan la liberación de dioxinas y furanos. Estos químicos son altamente persistentes en el ambiente y muchos son tóxicos, incluso a muy bajas concentraciones
- **Níquel:** en baterías recargables de níquel-cadmio. Produce efectos sobre el sistema respiratorio, alergias, irritación en ojos y piel. Posible cancerígeno y teratogénico.
- **Litio:** utilizado en baterías, ocasiona afecciones en el sistema nervioso, fallas respiratorias y náuseas.
- **Estanio:** soldaduras.
- **Paladio.**
- **Cobalto.**
- **Cromo hexavalente:** se utilizado como inhibidor de corrosión en el sistema de refrigeración de los refrigeradores por absorción.
- **Plomo:** Monitores CRT (Plomo en el cristal), en los tubos de rayos catódicos y Baterías lead-acid.
- **Zinc:** en galvanoplastia de piezas de acero.
- **Entre otros.**

Además de componentes peligrosos los RAEE contienen en su interior materiales que pueden ser reciclados o reutilizados por sus características de no peligrosidad y por su alto valor económico, ellos son:

- **Oro:** recubriendo conectores.
- **Plata.**
- **Cobre:** cables de cobre, en circuitos impresos.
- **Aluminio:** En las carcasas y como disipadores de calor.
- **Hierro:** acero, carcasas.



#### **4. Marco Legal.**

En la Argentina actualmente no existe ninguna legislación sobre los Residuos de Aparato Eléctrico y Electrónico que exija o determine los lineamientos de gestión para este tipo de residuos.

En el año 2008 el senador nacional Daniel Filmus presentó un proyecto de Ley de Basura Electrónica junto a la “Comisión de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Senado”. En mayo de 2011 el proyecto fue aprobado por la Cámara de Senadores pero lamentablemente, por cuarto año consecutivo, el texto de ley quedó descartado de la agenda parlamentaria de la Cámara Baja.

El texto de la ley plantea la “Responsabilidad Extendida del Productor”, principio a través del cual las empresas importadoras, productoras o ensambladoras de productos eléctricos y electrónicos se hacen cargo legal y financieramente de la gestión y tratamiento de este tipo de residuos. Al mismo tiempo, establece los lineamientos para la creación de una infraestructura nacional de transporte, acopio, recuperación y reciclado de este tipo de residuos a través de la creación de un ente mixto público no estatal responsable del sistema. Actualmente la ley posee solamente media sanción por parte del Senado de la Nación Argentina.

Si bien gran parte de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos son generados en el hogar, no pueden ser considerados residuos sólidos urbanos ya que se estaría omitiendo la peligrosidad de los mismos, tampoco pueden ser considerados residuos industriales ya que no son generados particularmente por las industrias.

Por lo tanto, se puede considerar que la ley que mejor abarca a los residuos eléctricos y electrónicos en nuestro país es la Ley N° 24.051 ley de “Residuos Peligrosos – Generación, manipulación, transporte y tratamiento”, sancionada el 17 de Diciembre de 1991 y promulgada de hecho el 8 de Enero de 1992.

En el caso de la Provincia de Córdoba ésta se encuentra adherida a la Ley 24.051 y que de ella se desprende la Ley Provincial 8973 y el Decreto 2149/03.

Según dicha ley, los residuos que se consideran peligrosos son aquellos que se detallan en el Anexo I de la misma. A su vez, en el Anexo II, se definen las características que deben presentar estos residuos para que sean considerados como tales.



Si bien esta ley no incluye específicamente a los RAEE, dentro de dichos Anexos se detallan características de residuos peligrosos que coinciden con características de los residuos eléctricos y electrónicos.

Los compuestos peligrosos contenido dentro de los RAEE los cuales están comprendidos en el Anexo I son: Y31 (Plomo y compuestos de Plomo), Y20 (Berilio y compuestos de Berilio), Y22 (Cobre y Compuestos de Cobre), Y25 (Selenio, compuestos de Selenio), Y26 (Cadmio, compuestos de Cadmio), Y27 (Antimonio y compuestos de Antimonio), Y29 (Mercurio y compuestos de Mercurio), Y31 (Plomo y Compuestos de Plomo), Y45 (Otros Compuestos órgano halogenados que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo: Y39, Y41; Y42; Y43 e Y44).

Además pueden tener las características de peligrosidad comprendidos en el Anexo II tales como: H6, H11, H12 y H13.

En conclusión, se puede decir que actualmente esta ley es la que mejor se adapta a los residuos eléctricos y electrónicos y deberán ser gestionados bajo los lineamientos de la misma, pero no quiere decir que sea la más conveniente para brindarles una gestión adecuada.

Además de dicha ley, se encuentra el Convenio de Basilea, sobre el “Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación”, la cual argentina se ha adherido.

En los anexos de este Convenio también están incluidos los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, por lo tanto rige para todo el territorio argentino.

Sin embargo es de suma importancia que se sancione a la brevedad una ley específica para los RAEE y teniendo en cuenta la “Responsabilidad Extendida e Individual del Productor”.



## 5. Marco Contextual.

### 5.1 La problemática de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

La principal problemática con este tipo de residuos es que ya desde sus inicios son fabricados con productos y compuestos peligrosos y altamente contaminantes poniendo en riesgo a los trabajadores que los fabrican, a las personas que los desmantelan o reciclan al finalizar su vida útil, y al ambiente o personas que son expuestas a los contaminantes que contienen dentro si no se le brinda una gestión adecuada.

Generalmente cuando estos productos son descartados al finalizar su vida útil terminan en (High “Toxic” Tech. 2008. Greenpeace Argentina. Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado el 04/01/2012):

- Basurales a cielo abierto; generalmente las personas acumulan sus aparatos eléctricos y electrónicos en desuso en sus casas o los arrojan en baldíos o basurales a cielo abierto.
- Rellenos sanitarios; los químicos tóxicos en los RAEE pueden filtrarse al suelo con el paso del tiempo o liberados a la atmósfera, impactando en las comunidades vecinas y en el ambiente.
- Son incinerados; la incineración de aparatos eléctricos y electrónicos libera metales como plomo, cadmio y mercurio a la atmósfera. El mercurio liberado a la atmósfera puede bioacumularse en la cadena alimenticia, particularmente en peces, la principal ruta de exposición para el público en general. Si los productos contienen PVC, se liberan dioxinas cloradas y furanos. Los retardantes de fuego bromados liberan dioxinas bromadas y furanos cuando se las incinera.
- Son exportados; muchos países industrializados exportan sus RAEE a países en desarrollo, con frecuencia violando el Convenio de Basilea. Dicho convenio prohíbe el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos pero en el caso de Estados Unidos la práctica es legal ya que no ha ratificado el Convenio.

A raíz de esto, tanto Estados Unidos como muchos países europeos exportan sus residuos a países como China, Asia e Indonesia. Como en estos países las



leyes para proteger a los trabajadores y al ambiente no son las más adecuadas o, peor aún, directamente no existen, esto hace más barato el “reciclado” en estos países; el costo de obtener vidrio del vidrio de los monitores de computadoras en Estados Unidos es de 0,50 dólares por libra comparado a 0,05 en China. La demanda en Asia de basura electrónica comenzó a crecer cuando los talleres de desmantelamiento encontraron que ellos podían extraer sustancias valiosas tales como cobre, acero, níquel, oro en el proceso de reciclaje. Un teléfono celular, por ejemplo, está compuesto por un 19 por ciento de cobre y un 8 por ciento de acero.

Por lo tanto se pueden tomar varias acciones para brindarle una adecuada gestión a los RAEE, en primer lugar se deberá tener en cuenta si los aparatos eléctricos o electrónicos poseen algún defectos mínimos o ningún defecto alguno para así poder ser reacondicionados y reutilizarlos por la sociedad.

En segundo lugar, se deben reciclar todos los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos al finalizar su vida útil, para así poder aprovechar todos los materiales valiosos que se encuentran dentro de ellos.

El proceso de reciclaje incluyen: el desmontaje, la separación de componentes, el procesamiento de materiales reciclables en plantas de reciclaje, así como el procesamiento final y depósito de sustancias peligrosas (UNESCO. 2010. Los Residuos Electrónicos: un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe. Publicación disponible en: [www.unesco.org.uy](http://www.unesco.org.uy). Consultado el 10/01/2012).

Un estudio publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) señala el valor monetario que se pierde por falta de un reciclaje efectivo de residuos electrónicos. Según el informe de PNUMA, 15% de la producción mundial de cobalto, 13% de la producción de paladio así como 3% de la extracción de oro y plata son procesados cada año en computadoras y celulares. En el año 2008 los componentes de oro, plata, cobre, paladio y cobalto procesados en las computadoras vendidas tenían un valor de 3,7 billones de dólares.

Pero a su vez, las computadoras y los celulares son los dos RAEE que poseen la tasa más alta de reciclaje. Más del 90% de sus partes pueden ser recicladas ya que son fáciles de desensamblar, reutilizar y reciclar.





Bajo estas consideraciones, PNUMA define como objetivos principales del reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónico, tratar las fracciones peligrosas de manera ambientalmente segura, maximizar la recuperación del material valioso, crear modelos de negocio ecoeficientes y sostenibles, tener en cuenta el impacto social y el contexto local (UNESCO. 2010. Los Residuos Electrónicos: un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe. Publicación disponible en: [www.unesco.org.uy](http://www.unesco.org.uy). Consultado el 10/01/2012).

Pero ni siquiera el reciclaje de estos residuos es la solución final a este problema ya que se siguen enterrando los componentes peligrosos que ellos poseen.

A continuación detallaremos una opción mundialmente conocida y ya implementada por la Unión Europea y algunos estados de Estados Unidos, como la más apta para gestionar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a largo plazo.

## ***5.2. Responsabilidad Extendida del Productos (REP) y Responsabilidad Individual del Productor (RIP).***

### **5.2.1 Responsabilidad Extendida del Productor (REP)**

La responsabilidad extendida del productor (REP) se lleva a cabo cuando los productores se hacen responsables por los impactos ambientales de sus productos a lo largo de todo el ciclo de vida, producción, uso y disposición final (High “Toxic” Tech. 2008. Greenpeace Argentina. Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado el 04/01/2012)

Se trata de un principio político para promover mejoras ambientales para ciclos de vida completos de los productos al extender las responsabilidades de los fabricantes del producto a varias fases del ciclo total de su vida útil, y especialmente a su recuperación, reciclaje y disposición final. Un principio político es la base para elegir la combinación de instrumentos normativos a ser implementados en cada caso en particular. La responsabilidad extendida del productor (REP) es implementada a través de instrumentos políticos administrativos, económicos e informativos” (THOMAS LINDHQVIST; PANATE MANOMAIVIBOOL Y NAOKO TOJO. 2008. “La Responsabilidad Extendida del Productor en el contexto de Latinoamérica”



“La Gestión de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina” Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar)).

La REP busca internalizar los costos de la gestión de los residuos en el precio final del producto, poniendo en práctica el principio “el que contamina paga”. Los productores pueden absorber el costo adicional o aumentar el precio del producto. En un mercado competitivo, esto motivaría a los productores a diseñar bienes que sean más amigables con el ambiente con el objetivo de reducir los costos de tratamiento de los productos al final de su vida útil. De esta manera, al mejorar el diseño se minimiza el contenido de materiales peligrosos y se facilita su desmantelamiento y reciclado, resultando una disminución del costo en el manejo de los residuos.

Por lo tanto un programa de REP realmente eficaz debe ayudar a alcanzar dos objetivos ambientales principales:

- ✓ Mejorar el diseño de los productos.
- ✓ Maximizar la recolección de los productos desechados y asegurar la mejor calidad de la reutilización y el reciclado de sus materiales a nivel local.

La REP tiene el potencial no solo de mejorar la gestión de los RAEE, sino también en incidir en la principal causa del problema: el diseño de los productos y su sistema de producción.

Para lograr esto se debe diseñar un programa lo más cercano posible a lo que se denomina “Responsabilidad Individual del Productor” (RIP) (High “Toxic” Tech. 2008. Greenpeace Argentina. Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado el 04/01/2012)

### 5.2.2 Responsabilidad Individual del Productor (RIP)

La responsabilidad individual del productor (RIP) es un concepto más preciso que la responsabilidad extendida del productor (REP). La REP tiende a ser aplicada a nivel colectivo para todas las empresas que hacen productos similares, para ser responsables de manera grupal de los costos del fin de ciclo de vida. Si bien esto logra cumplir con el segundo objetivo del (REP), al promover infraestructuras para la recolección y el reciclado de materiales desechados, no va a cumplir con el primer objetivo que es el de mejorar el diseño de los productos.



Para apoyar los mecanismos de mercado y promover la competencia dentro del sector, cada empresa deberá pagar solamente por los costos de fin de ciclo de vida de sus productos. Por lo tanto cada empresa es responsable individual de sus productos.

La RIP premiará financieramente a aquellos productores quienes inviertan en la eliminación de sustancias peligrosas y utilicen materiales y diseños amigables con el ambiente y que sean fácilmente reciclables y reutilizables.

La responsabilidad Individual del producto es un nuevo tipo de legislación ambiental que utiliza mecanismos de mercado para mejorar el medio ambiente y la salud de las personas. La RIP debería convertirse en el estándar global para tratar todos los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (High “Toxic” Tech. 2008. Greenpeace Argentina. Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado el 04/01/2012).

### **CAPITULO III: Diseño Metodológico.**



## 6. Metodología.

La metodología utilizada para desarrollar el presente trabajo fue la siguiente:

- ✓ Se desarrolló una investigación bibliográfica para el enfoque conceptual del tema abordado.
- ✓ Se efectuó una investigación sobre el marco legal existente a nivel nacional y provincial sobre el tema en cuestión y al no encontrar una legislación propia del mismo se realizó un resumen de la ley que más se adapta a estos residuos, la Ley Nacional 24.051 “Generación, manipulación, transporte y tratamiento de residuos peligrosos”.
- ✓ A través de una investigación bibliográfica se desarrollo un análisis de la situación a nivel global de la problemática de los RAEE y sus posibles soluciones. Se realizaron diferentes visitas y entrevistas informales al Doctor Eduardo Aime, Subdirector del área de Residuos Peligrosos de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. En primer lugar con el fin de conocer la situación actual de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en nuestra ciudad, y en segundo lugar, poder acceder al “Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos” para poder obtener información sobre los “Operadores” y así determinar si existe en nuestra provincia alguna empresa que pueda brindarle un tratamiento adecuado a dichos residuos. (Ver Anexo I: *Entrevista informal al Subdirector del Área de Residuos Peligrosos de la Secretaria de Ambiente de la Provincia de Córdoba*).
- ✓ Se visitó la Empresa Ecoblend y la Ing. Romina Meringer, Coordinadora de Ambiente de dicha empresa brindo una charla (inducción) junto a otras personas que ingresaban a la planta a trabajar, sobre el accionar de dicha empresa.
- ✓ Se realizó un análisis de tipo técnico/ambiental de los distintos tratamientos de residuos peligrosos disponibles actualmente en la provincia.



- ✓ Se elaboró un análisis de la situación actual en la ciudad de Córdoba con respecto a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
- ✓ Se desarrollo una propuesta de gestión que mejor se adapte a la situación actual en nuestra ciudad para lograr una adecuada gestión para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

## **CAPITULO IV: Desarrollo Metodológico.**



## **7. Situación actual de la ciudad de Córdoba en materia de Residuos Eléctricos y Electrónicos.**

El tema de la basura en nuestra ciudad ha traído muchos problemas en los últimos tiempos, quejas por parte de los vecinos, cambio en la localización del predio de disposición final y hasta cambio de las empresas prestadoras de este servicio.

La empresa CRESE (Córdoba Recicla Sociedad del Estado) era la encargada del servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos en nuestra ciudad hasta mediado de marzo del 2012.

Además de la recolección de los residuos sólidos urbanos, dicha empresa realizaba la “recolección diferenciadas” de residuos sólidos urbanos en algunos barrios de la ciudad, llevándolos a un “Centro Modelo de Reciclado” donde los mismos son separados para ser reciclado o reutilizados; realizaba la limpieza de calles de la ciudad, limpieza de basurales a cielo abierto, recolección de patógenos y recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Para estos últimos, la empresa colocó en lugares estratégicos de la ciudad como el centro, plazas, CPC entre otros, campanas (tachos de residuos grandes) donde los ciudadanos debieran arrojar únicamente los aparatos eléctricos o electrónicos pequeños en desuso que posean en sus casas tales como: teléfonos celulares, inalámbricos, cámaras digitales, MP3, MP4 etc.

Para la recolección de residuos electrónicos de mayor volumen (computadoras, televisores, electrodomésticos etc.) el ciudadano se deberá comunicar a un número de teléfono de la empresa para solicitar que el camión recolector de dichos residuos pase a retirarlos dentro de los diez días siguientes.

Sin embargo no todos los RAEE estaban incluidos, no se recolectaban heladeras, congeladores, freezers, lavarropas, secarropas, lavavajillas, cocinas, estufas eléctricas, placas de calor eléctricas y hornos de microondas. Tampoco aparatos de calefacción eléctrica, radiadores eléctricos, camas solares, ventiladores eléctricos, aparatos de aire acondicionado, ventilación aspirante, aspiradoras, limpialfombras u otros electrodomésticos voluminosos (Publicación disponible en: [www.cordoba.gov.ar](http://www.cordoba.gov.ar)).

Por último, los RAEE recolectados eran derivados a la empresa TAYM para ser enterrados en sus celdas de seguridad.





Por otra parte la Universidad Nacional de Córdoba está llevando a cabo un “Programa Recolección de RAEE” con el objetivo de brindar acceso a las tecnologías de la información y la comunicación a instituciones educativas y organizaciones sociales, mediante el reacondicionamiento de equipos donados.

Pero a partir del 17 de marzo del 2012 la empresa prestadora del servicio de recolección, barrido y disposición final de residuos sólidos urbanos paso a ser, por decisión del gobierno de turno, la empresa COTRECO en zona sur y centro y la empresa Logística Urbana S.A en la zona norte de nuestra ciudad.

Dichas empresas brindaran de manera temporal y transitoria el servicio durante los próximos 22 meses, tras lo cual la Municipalidad de Córdoba convocará a una licitación internacional para concesionar el servicio de limpieza urbana con otros plazos y condiciones.

En cuanto a la recolección de RAEE, el servicio iniciado por CRESE se encuentra suspendido ya que en el contrato con las nuevas empresas no están contemplados.



## **8. Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos de la Provincia de Córdoba.**

El Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de la provincia es un registro de todas las personas físicas y jurídicas responsables de la generación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Dichas personas ya sean físicas o jurídicas deben inscribirse en el Registro y la autoridad de aplicación, en nuestra provincia la Secretaria de Ambiente, debe encargarse de mantenerlo actualizado (Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. Ley 24051 “Residuos peligrosos” Generación, manipulación, transporte y tratamiento. En: [www.socretariadeambiente.cba.gov.ar](http://www.socretariadeambiente.cba.gov.ar). Consultado 30/05/2011).

Cumplido los requisitos exigibles en la Ley Nacional 24.051, la autoridad de aplicación otorgará un Certificado Ambiental a la empresa, instrumento que acredita en forma exclusiva la aprobación del sistema de manipulación, transporte, tratamiento o disposición final que los inscriptos aplicarán a los residuos peligrosos. Este certificado ambiental será renovado en forma anual.

El principal objetivo de llevar a cabo este Registro es conocer la situación actual en nuestra provincia en cuanto a los residuos que se generan, ingresan y manipulan dentro de nuestro territorio como así también controlar en qué condiciones la empresa realiza dichas actividades para que no causen un daño al medio ambiente (Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. Ley 24051 “Residuos peligrosos” Generación, manipulación, transporte y tratamiento. En: [www.socretariadeambiente.cba.gov.ar](http://www.socretariadeambiente.cba.gov.ar). Consultado 30/05/2011).

Según relevamientos realizados al “Registro” de nuestra provincia, en él podemos encontrar aproximadamente 2500 personas físicas o jurídicas inscriptas como “Generadoras” de residuos peligrosos, 19 personas físicas o jurídicas inscriptas como “Operadores” y 32 como “Transportistas de residuos peligrosos” (Tabla 1 Anexo I).

Dicho registro engloba todo tipo de residuos peligrosos existentes y la Secretaria de Ambiente de la Provincia toma a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos como tales. Si bien no hay una empresa que genere específicamente este tipo de residuos, si la mayoría de ellos genera un porcentaje pequeño de los mismos, por lo tanto se ven obligados a darle un tratamiento o disposición final adecuada.



En dicho trabajo aremos mayor hincapié en los “Operadores” de residuos peligrosos ya que los mismos nos servirán para analizar que tratamiento es más apto para tratar los residuos eléctricos electrónicos.

Según el Registro los tratamientos disponibles dentro de la provincia de Córdoba son:

- Planta de Reciclaje de Baterías en desuso. Fundición de plomo para reciclaje.
- Recuperación de aceites usados – Filtrado/separación.
- Autoclaves para el tratamiento de residuos patógenos.
- Recuperación de plata mediante proceso de electrodeposición.
- Co-procesamiento.
- Landfarming y bioremediación.
- Disposición final en celdas de seguridad.

(Tabla 1a Anexo I).

### ***8.1 Tratamiento de Residuos Peligroso existentes en la Provincia de Córdoba.***

A continuación detallaremos las principales características técnicas, metodológicas y ambientales de los diferentes tipos de tratamiento que se utiliza en nuestra provincia, analizando como operan las empresas que brindan dichos servicios. Luego se podrá determinar cuáles son los más aptos para el tratamiento de los residuos eléctricos y electrónicos:

#### ***8.1.1. Co-procesamiento en la Industria del Cemento.***

El proceso de co-procesamiento se refiere al uso de residuos en los procesos industriales, como cemento, cal o producción de acero y centrales eléctricas o cualquier otra planta de combustión grande. Co-procesamiento significa la sustitución del combustible primario y las materias primas por residuos. Es una recuperación de energía y material a partir de los residuos.

Los materiales y residuos usados para el co-procesamiento se conocen como combustibles y materias primas alternativas (AFR).

Estos residuos incluyen generalmente plásticos y papel/tarjetas de las actividades comerciales e industriales (por ejemplo, empaques de residuos procedentes de la



fabricación), neumáticos y aceites usados, residuos de biomasa (por ejemplo, paja, residuos de madera no tratada, lodos secos de aguas residuales), residuos de telas y de las operaciones de desmantelamiento de los autos (residuos de prensado de automóviles – ASR), residuos industriales peligrosos (por ejemplo, ciertos lodos industriales, serrín impregnado, solventes residuales), así como pesticidas obsoletos, medicamentos caducos, sustancias químicas y farmacéuticas (GTZ-Holcim. 2006. “Guía para el Co-Procesamiento”).

En nuestra provincia el co-procesamiento se utiliza únicamente para la industria del cemento. La empresa Ecoblend es la encargada de brindar este servicio. La misma es una empresa integrante del Grupo Minetti y cuenta con el respaldo internacional del Grupo Holcim. Dicha empresa es una planta de acondicionamiento de combustibles alternativos (residuos) y brinda, a su vez, un servicio de gestión integral de residuos industriales incluyendo la selección, recolección, transporte y eliminación por co-procesamiento de los residuos.

#### *Co-procesamiento - Empresa Ecoblend S.A.*

Esta empresa cuenta con las instalaciones y el desarrollo tecnológico adecuado para la transformación de los residuos y produce combustible de sustitución sólido (AFR) en calidad y cantidad para alimentar 2 hornos, el de Yocsina y el de Malageño.

Los principales residuos peligrosos que Ecoblend S.A. procesa, según nomenclatura de la ley 24.051 son:

- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de disolventes orgánicos.
- ✓ Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos.
- ✓ Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua.
- ✓ Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación, o cualquier otro tratamiento pirolítico.
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, latex, plastificantes o colas y adhesivos.



- ✓ Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
- ✓ Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.
- ✓ Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.
- ✓ Desechos que contengan como constituyentes berilio, compuesto de berilio, compuestos de cobre, compuestos de zinc, arsénico, selenio, cadmio, antimonio y mercurio.
- ✓ Desechos que contengan como constituyentes talio, plomo.
- ✓ Soluciones ácidas, o ácidos en forma sólida.
- ✓ Compuestos orgánicos de fosforo.
- ✓ Fenoles, compuestos fenolicos, con inclusión de clorofenones.
- ✓ Éteres.
- ✓ Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
- ✓ Materiales y/o elementos contaminados con lo anteriormente mencionado.

(Secretaria de Ambiente. [www.secretariadeambiente.cba.gov.ar](http://www.secretariadeambiente.cba.gov.ar). Consultado: 24/05/2011)

Se detallan a continuación los principales residuos no adecuados para el co-procesamiento y las principales razones para excluirlos:

- ✓ ***Residuos electrónicos: provocan enriquecimiento de contaminantes en el clinker, producen elevados valores de emisión y presentan un alto potencial de reciclaje.***
- ✓ ***Baterías Completas: provocan enriquecimiento de contaminantes en el clinker, producen elevados valores de emisión, presentan un alto potencial de reciclaje y provocan un impacto negativo en la operación del horno rotatorio.***
- ✓ ***Residuos hospitalarios: provocan un impacto negativo en la salud y seguridad en el trabajo.***



- ✓ Ácidos minerales y corrosivos: producen elevados valores de emisión, provocan impacto negativo en la salud y seguridad en el trabajo y en la operación del horno rotatorio.
- ✓ Explosivos: provocan enriquecimiento de contaminantes en el clinker, provocan impacto negativo en la salud y seguridad en el trabajo y en la operación del horno rotatorio.
- ✓ Asbestos: provocan impacto negativo en la salud y seguridad en el trabajo. Confinamientos públicos como mejor opción de disposición.
- ✓ Residuos Radioactivos: provocan enriquecimiento de contaminantes en el clinker, provocan impacto negativo en la salud y seguridad en el trabajo.
- ✓ Residuos Municipales no clasificados: provocan enriquecimiento de contaminantes en el clinker, producen elevados valores de emisión, presentan un alto potencial de reciclaje y provocan un impacto negativo en la operación del horno rotatorio

(GTZ-Holcim. 2006. “Guía para el Co-Procesamiento de Residuos en la Industria del Cemento”).

#### 8.1.2 Biorremediación – Landfarming y Compostaje de Biomasa: Empresa IBS Córdoba S.A.

La empresa IBS está localizada en Monte Cristo, Provincia de Córdoba. La misma realiza tratamientos y disposición final de residuos peligrosos e industriales tales como:

- Residuos orgánicos y efluentes industriales líquidos, sólidos y semi-sólidos.
- Residuos Peligrosos de las categorías Y4, Y8, Y9, Y18 e Y48 (Y8/Y9).
- Tanques y tambores de combustibles usados (inertizado y corte).

***Al ser un tratamiento biológico no es un tratamiento apto para el tipo de residuos en estudio.***



### 8.1.3 Autoclaves tratamiento de residuos patógenos: Empresa “Estabilizadora Norte S.A.”

Para el tratamiento de residuos patógenos en nuestra provincia se encuentra disponible actualmente el método de Autoclave.

En la ciudad de Villa Maria, provincia de Córdoba se ubica la empresa “Esterilizadora del Norte S.A. que realiza el tratamiento de Autoclave por esterilización a vapor saturado.

El autoclave esterilizador trabaja básicamente alternando, sobre los desechos, presiones que llegan hasta los 3,5 bares, vapor y temperatura que alcanza los 155 grados. El proceso no produce ningún tipo de emisión de gases.

Una vez terminada la dinámica de la actividad, que dura aproximadamente 25 minutos, los residuos que de patógenos se transforman en sólidos urbanos se trasladan hasta al relleno sanitario de la zona donde son depositados.

La cantidad de residuos patógenos que tratan las instalaciones de dicha empresa son tres mil kilos de patógenos diarios provenientes de Córdoba y otras ciudades del interior provincial.

***No es un método de tratamiento apto para el tipo de residuo en estudio.***

### 8.1.4 Reciclado de Acumuladores Eléctricos (baterías) Empresa: FORBAT “Acumuladores Eléctricos S.R.L”

FORBAT es una empresa de fabricación y venta de acumuladores eléctricos.

Su planta está localizada en el Parque Industrial Los Boulevares de la ciudad de Córdoba.

Dentro de su planta poseen un centro de reciclado de acumuladores usados, donde disponen del equipamiento y la infraestructura adecuada, los elementos de seguridad del personal y la capacitación correspondiente de los mismos de acuerdo a la legislación vigente.

A nivel de gestión de recursos, los acumuladores eléctricos usados se consideran como una fuente de materias primas secundarias para esta empresa. Metales, plásticos, ácidos son recolectados por el sistema y desviados del circuito de los residuos urbanos y son dirigidos a operaciones de reutilización y eliminación definitiva.



Estas operaciones de reutilización de los acumuladores constan de varios pasos; en primero lugar se realiza el volcado del electrolito ácido contenido en el interior de los acumuladores o baterías, se lo separa de los cristales de sulfato de sodio y se lo neutraliza para ser reutilizado.

En segundo lugar separa el plástico, se lo muele obteniendo bolitas de resina y partir de las cuales se vuelve a fabricar las cubiertas y cajas nuevas.

Por último, las partes que contiene plomo, como rejillas, postes, terminales y oxido de plomo son separados, triturados y luego pasan por un horno para obtener lingotes/barras de plomo para producción de partes nuevas.

#### 8.1.5. Vertederos Controlados: Empresa Taym.

La empresa Taym está ubicada a 20 km. al sur de la ciudad de Córdoba, en la localidad de Potrero del Estado. Dicha empresa posee un relleno sanitario donde presta el servicio de tratamiento y disposición final de residuos peligrosos en celdas de seguridad y que cuenta con un certificado extendido por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación habilitándolo como transportista y operador de residuos peligrosos y especiales.

El terreno en esa zona de la provincia es apto para este tipo de rellenos sanitarios, ya que posee mucho contenido de arcilla y las napas freáticas se encuentran muy alejadas de la superficie de la tierra.

La empresa posee un predio de 36 hectáreas y tiene capacidad total de disposición de 1.200.000 Tn de residuos y la operacional es de 53.000 m<sup>3</sup>.

Cuenta con una planta en donde los residuos son tratados física y químicamente mediante la estabilización / solidificación para reducir su toxicidad y movilidad.

Las celdas cuentan con impermeabilización de suelo de arcilla compactada y membranas dobles de 2 mm soldadas y geotextil todo ello para evitar filtraciones al suelo o a las napas de agua y tuberías para recolectar los posibles lixiviados.

Al llegar al predio los residuos peligrosos son analizados para identificar su composición, separados y dispuestos en tachos hasta recibir el tratamiento previo al enterramiento.

Luego los residuos son triturados y se realiza una mezcla con un material inerte, en este caso hercal, para cubrir el residuo y formar cubos. De esta manera el residuo es





enterrado en las llamadas celdas de seguridad sin correr el riesgo que se filtre ningún compuesto peligroso del residuo.

Estos vertederos controlados prácticamente no producen lixiviados, pero poseen de igual manera, piletas para contener y poder tratar a los mismos (Publicación disponible en [www.bra.com.ar](http://www.bra.com.ar). Consultado el 25/11/2011).

***Método de disposición final adecuado para los residuos en estudio.***

## **CAPITULO V: Desarrollo.**



## **9. Desarrollo del sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.**

En este apartado se desarrollará una mejor propuesta de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para la ciudad de Córdoba que tendrá en cuenta la recolección, transporte, procesamiento y comercialización de materiales reciclables y disposición final de residuos peligrosos a través de operadores habilitados.

Se procederá a explicar cada uno de los puntos a tener en cuenta para su implementación. Todo será abordado de acuerdo a la siguiente estructura:

- 9.1 Separación en Origen.
- 9.2 Recolección diferenciada.
- 9.3 Instalaciones necesarias y Métodos de Tratamiento.
- 9.4 Personal.
- 9.5 Presupuesto y costos.

### **9.1. Separación en Origen.**

El primer paso para una gestión adecuado de cualquier tipo de residuos es la separación en origen, es decir, que cada persona en su casa realice la separación de los distintos tipos de residuos.

La principal fuente de generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos es doméstica, por lo tanto, es muy común que las personas arrojen los RAEE pequeños al cesto de la basura mezclándose con los residuos comunes y terminando en el enterramiento sanitario local; o en el caso de los RAEE de mayor volumen son abandonados en el patio de nuestras casas o arrojados en baldíos o basurales a cielo abierto.

Por este motivo, es de suma importante que como primera medida se tenga en cuenta la concientización de la sociedad en general. Para ellos la empresa prestadora del servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos junto con la Municipalidad de la ciudad de Córdoba deben trabajar conjuntamente en un programa de concientización social a través de publicidades graficas (carteles, folletería), televisivas, actos sociales etc. A su vez las personas deben conocer que los



entes sociales están llevando a cabo este tipo de actividad para que pueda haber una mayor cooperación por parte de ellos.

### ***9.2. Recolección Diferenciada.***

En nuestra ciudad se lleva a cabo, no hace mucho, una recolección selectiva de este tipo de residuos. Las personas deben tener en cuenta que:

- Los RAEE pequeños deben ser depositados en las “campanas” ubicadas en lugares estratégicos de la ciudad (CPC, centro, Paseo del Buen Pastor, plaza San Martín, etc.) (Figura 1a Anexo II).
- Los RAEE de mayor volumen: las personas se deben comunicar a un teléfono de la empresa que preste el servicio de recolección, para que ella en un lapso de diez días pase a retirar los residuos por su domicilio (Figura 1b Anexo II).

Cabe destacar, que actualmente quedan exentos de esta recolección varios tipos de RAEE de mayor volumen como es el caso de heladeras, congeladores, freezers, lavarropas, secarropas, lavavajillas, cocinas, estufas eléctricas, placas de calor eléctricas y hornos de microondas. Tampoco aparatos de calefacción eléctricos, radiadores eléctricos, camas solares, ventiladores eléctricos, aparatos de aire acondicionado, ventilación aspirante, aspiradoras, limpiafombras u otros electrodomésticos voluminosos.

Para este caso, la empresa prestadora del servicio deberá reforzar su flota de camiones con el fin de poder transportar estos tipos de residuos más voluminosos hasta las instalaciones de acopio y desmantelamiento. Dichos camiones deben ser vehículo técnicamente adecuados al efecto y habilitados por la autoridad de aplicación.

Es de suma importancia que queden contemplados en la recolección todos los tipos de RAEE voluminosos enumerados anteriormente en dicho trabajo.



### ***9.3. Instalaciones Necesarias y Métodos de Tratamiento.***

#### *9.3.1. Instalaciones.*

Para lograr una correcta gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos es necesario contar con una instalación donde se realice el acopio y el desmantelamiento (separación de componentes) de los RAEE, de esa forma poder reciclar la mayor cantidad de materiales que se puedan y enterrar en celdas de seguridad solo los componentes contaminantes que no puedan ser reciclados ni reutilizados.

La empresa CRESE llevaba a cabo un proyecto muy importante para la correcta gestión de los residuos sólidos urbanos, la separación y recolección en origen de estos residuos. Si bien se realiza solo en algunos barrios de la ciudad, es un buen comienzo para la solución definitiva de ese problema. Para ello la empresa posee una instalación denominada “Centro Modelo de Reciclado” ubicada en la calle Tillard 1110 (zona del ex Mercado de Abastos) donde se lleva a cabo una de las etapas fundamentales de la “Recolección Selectiva”, la separación de residuos secos (papel, cartón, vidrio, plástico y hojalata).

Dicho todo esto, se puede proponer a la empresa actualmente prestadora del servicio que construya una instalación similar al “Centro Modelo de Reciclado de RSU”, aprovechando el terreno donde se encuentra el mismo.

Esta nueva instalación tendrá como objetivo el acopio y desmantelamiento de RAEE para luego ser derivadas las partes reciclables o reutilizables por un lado y las que requieran tratamiento o disposición final por otro.

Esta instalación podría recibir el nombre de “Centro de acopio y desmantelamiento de RAEE” y deberá poseer:

- Sector de Acopio de RAEE
- Sector de desmantelamiento y selección de RAEE
- Herramientas necesarias para el desmantelamiento.
- Máquina trituradora (Figura 2a Anexo II).
- Prensa de chatarra de gran volumen (Figura 2b Anexo II)



- Sector de acopio de materiales seleccionados y separados según su destino final: venta, tratamiento en empresas operadoras habilitadas o enterramiento en celdas de seguridad.

Una vez recolectados los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos deben ser llevados por los camiones recolectores a dicha instalación y acopiarlos.

### 9.3.2. *Métodos de Tratamientos.*

El método de tratamiento consiste en clasificación, segregación, agrupación, compactación y/o trituración, no transforma químicamente los materiales, no trabaja con proceso térmicos, trabaja en seco sin generar efluentes gaseosos o líquidos.

El primer paso para la gestión de los residuos consiste en la *reutilización* de los aparatos, para ello se debe realizar la evaluación del lote de equipos recibido. Esta tarea es efectuada por personal técnico y consiste en la identificación e inspección ocular de los distintos equipos para, de esta forma, determinar si existe la posibilidad de reutilizar los mismos con fines de donación.

Luego se inicia con el proceso de prueba del equipamiento seleccionado con el fin de determinar si los mismos se encuentran en condición funcional.

Una vez determinado con precisión el material para donación, se procede al reacondicionamiento de los equipos a fin de garantizar que los mismos se entregan en condiciones óptimas. En esta etapa se busca extender el ciclo de vida útil de los equipos.

Finalmente, los equipos son embalados y entregados a la institución beneficiaria. Cabe destacar que todo equipamiento que no sea plausible de donación, ingresa al circuito de reciclaje y tratamiento de residuos de AEE.

Para ellos el personal deberá separar los RAEE formando los siguientes grupos:

- ✓ Piezas grandes de metal (hierro, aluminio, etc.)
- ✓ Piezas grandes de plástico.
- ✓ Frigoríficos, congeladores y equipos aire acondicionado.
- ✓ Electrodomésticos grandes: lavadoras, secadoras, lavavajillas, heladeras etc.



- ✓ Electrodomésticos y otros equipos eléctricos y electrónicos pequeños: aspiradoras, planchas, secadores de pelo, licuadoras, procesadoras etc.
- ✓ Equipos medianos y grandes: televisores, computadoras, hornos microondas, teléfonos celulares, inalámbricos etc.
- ✓ Cables externos.

La tarea de *reciclaje* comienza con el desmontaje o desmantelamiento manual de los diferentes aparatos.

Cumpliendo con estrictas normas de Seguridad e Higiene Laboral, se desmantelan los componentes de los aparatos electrónicos, y se segregan las piezas para su posterior valorización y reciclado. Los materiales producidos para reciclar son:

- Plásticos (ABS, HIPS, acrílico, PP, etc.).
- Chatarras ferrosas (hierro y aceros).
- Chatarras no ferrosas (cables de cobre, aluminio, níquel, latones, etc).
- Plaquetas de circuitos impresos y circuitos integrados.
- Residuos asimilables a domésticos: cartón, plásticos varios, cauchos, etc.
- Metales preciosos: Oro y plata.

De ser necesario se les realizará un tratamiento mecánico mediante trituración para disminuir su tamaño. Para los materiales metálicos de gran volumen el tratamiento mecánico será primeramente mediante una prensa de chatarra para disminuir su volumen, luego pasaran por la trituradora.

Tipo de Residuo	Corriente	Método
Vidrio monitores CRT	Y48/Y31	Separación mecánica (corte con disco diamantado)
Fósforo CRT	Y48/Y37	Separación mecánica (aspiración)
Pilas y baterías de celulares	Y48/Y23, Y26, Y29, Y31	Separación manual
Cartuchos de tonner	Y48/Y12	Separación manual
Cartuchos de tinta	Y48/Y12	Separación manual
Lámparas de scanners y equipos multifunción	Y48/Y29	Separación manual
Placas de circuito impreso	Y48/ Y20, Y21, Y22, Y24, Y25, Y26, Y27, Y29 e Y31	Separación manual
Chatarra Ferrosa		Presa/Trituradora
Plásticos		Trituración.



Los residuos peligrosos obtenidos en el procesamiento de los RAEE (mediante proceso de separación), y que se disponen como tal, son los siguientes:

- Vidrio contaminado con plomo proveniente del Tubo de Rayos Catódico (CRT) de monitores/televisores (Y48/Y31).
- Fósforo proveniente del Tubo de Rayos Catódico (CRT) de monitores/televisores (Y48/Y37).
- Cartuchos de tonner de máquinas impresoras y fotocopiadoras (Y48/Y12).
- Cartuchos de tinta de máquinas impresoras (Y48/Y12).
- Pilas y baterías (Y48/Y23, Y26, Y29, Y31).
- Lámparas de scanners y equipos multifunción (Y48/Y29).
- Placas de circuito impreso (Y48/Y20, Y21, Y22, Y24, Y25, Y26, Y27, Y29 e Y31).
- etc.
- Líquidos refrigerantes (CFC, HCFC, HFC, HC) en heladeras o aires acondicionados y fluidos como aceites en aparatos de calefacción.
- Componentes que contengan mercurio: interruptores (relés de mercurio) y las lámparas para iluminación, lámparas fluorescentes. Pantallas LCD.
- Lámparas de descarga de gas: se incluyen lámparas fluorescentes, lámparas de bajo consumo, así como las de vapor de sodio, de halogenuros metálicos, vapor de mercurio y luz de mezcla.
- Fibras cerámicas refractarias: se pueden encontrar en aparatos que generen calor (relativamente antiguos), como pueden ser cocinas, hornos, calefactores.

En el “Centro” no se realiza ningún tratamiento sino que los residuos peligrosos son derivados a operadores debidamente habilitados para su disposición final.

Para ello los residuos son almacenados en planta en depósitos internos transitorios. Cada corriente de residuo tiene asignado su espacio el cual está correctamente identificado.

Los residuos peligrosos desmantelados no podrán permanecer dentro de la instalación por más de 2 semanas, debido a las características de peligrosidad que presentan y





para evitar cualquier accidente. Los mismos deberán ser retirados por transportes habilitados dentro de ese lapso de tiempo.

A continuación se detalla el destino de los residuos peligrosos por corriente y operador:

Tipo de Residuo	Corriente	Operador	Tecnología
Vidrio monitores CRT	Y48/Y31	TAYM/Elpra	Landfill
Fósforo CRT	Y48/Y37	TAYM	Landfill
Pilas y baterías de celulares	Y48/Y23, Y26, Y29, Y31	TAYM	Landfill
Cartuchos de tonner	Y48/Y12	Ecoblend	Blending
Cartuchos de tinta	Y48/Y12	Ecoblend	Blending
Lámparas de scanners y equipos multifunción	Y48/Y29	TAYM	Landfill
Placas de circuito impreso	Y48/ Y20, Y21, Y22, Y24, Y25, Y26, Y27, Y29 e Y31	TAYM	Landfill
Plásticos bromados		Ecoblend	Blending

#### **9.4. Personal.**

Se deberá contar con una (1) persona que cumplirá el rol de encargado general del funcionamiento de la instalación, preferentemente un profesional en Seguridad Higiene y Medio Ambiente.

Dentro del “Centro de acopio y desmantelamiento de RAEE” habrá ciento treinta (130) personas trabajando en los distintos turnos (mañana y tarde), los cuales serán los encargados de las distintas actividades dentro del mismo.

Todo el personal que realice tareas operativas dentro del “Centro” deberá estar altamente capacitado para poder manipular este tipo de residuos, conocer todas las características de ellos, su peligrosidad tanto para las personas como para el medio ambiente, los elementos de seguridad que deben usar para estar protegidos etc.

Por lo tanto, se deberá realizar un programa de capacitación/inducción previamente al ingreso de la persona a dichas instalaciones, capacitaciones periódicas, y auditorias por parte del personal encargado para asegurarse que todo se realice según normas de seguridad y medio ambiente propuestas por la empresa.



### ***9.5. Presupuesto y Costos.***

Teniendo en cuenta los valores que brinda la empresa CRESE con respecto a “Centro Modelo de Reciclaje de RSU” se estima que el nuevo “Centro de Acopio de Desmantelamiento de REE” se deberá realizar una inversión aproximada de cuatrocientos cincuenta mil pesos (\$500000). (Anexo III Análisis de Presupuesto)

## **CAPITULO VI: Conclusión.**



## ***10. Conclusión.***

Es innegable que la problemática de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos nos afecta en la actualidad y más aun en un futuro cercano. El creciente consumo individual y las empresas que fabrican estos productos cada vez más económicos y con un ciclo de vida más corto obliga a las autoridades a tomar medidas al respecto.

Sin bien solo en algunos países desarrollados se tiene más en cuenta esta problemática, nosotros como país en vía de desarrollo debemos afrontar el problema de raíz para no tener que lamentarnos cuando sea demasiado tarde.

En la ciudad de Córdoba es innegable que hay que tomar cartas en el asunto con respecto a los residuos de todo tipo, pero más aun con los que son altamente peligrosos tanto para el ambiente como para la salud de las personas, y a lo mejor no se vean las consecuencias ahora pero si dentro de algunos años.

La gestión de los RAEE, al igual que la “recolección diferenciada de los residuos sólidos urbanos”, brinda tanto beneficios ambientales como beneficios sociales ya que se incorpora a este tipo de proyectos a trabajadores de escasos recursos económicos, como cartoneros, o personas que viven del cirujeo, otorgando un gran retorno social.

De todas maneras, el caso de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, el reciclaje y reutilización de los mismos es una solución a corto plazo. Es necesario el apoyo de las autoridades para dictar una ley en nuestro país que incluya específicamente este tipo de residuo peligrosos y específicamente contenga la “Responsabilidad Individual del Productor” para poder atacar el problema desde el principio de la vida útil de estos productos modificando su diseño para que sea más amigable con el medio ambiente y no contengan tantos materiales peligrosos en su interior, y a su vez que los productores y fabricantes de ellos se hagan cargo monetariamente de los gastos de tratamiento y reciclaje al finalizar su vida útil.

En nuestro país dicha ley ya alcanzó media sanción por parte del Senado de la Nación. Las autoridades de la ciudad de Córdoba deben apoyar esta ley, para así poder adherirse a ella y poder implementarla en nuestra ciudad.

De igual manera, hasta que esto suceda, en la ciudad de Córdoba se deberán tratar correctamente este tipo de residuos. De nada sirve recolectarlos y enterrarlos para



olvidarse del problema. Dentro de ellos se encuentran muchos materiales reciclables y reutilizables con valor económico que pueden ser aprovechados.



## ***11. Bibliografía.***

**EPA.** [www.epa.gov](http://www.epa.gov). (Consultado: 10/02/2010)

**LAGREGA, M.D.; BUCKINGHAM, P. Y J. EVANS.** 1996. “Gestión de Residuos Tóxicos” Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Editorial McGraw-Hill, Madrid, España. 1348 pp.

**MARTINEZ, J.** 2005. “Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos” - Fundamentos Tomo 1. Publicación disponible en: [http://www.basel.int/centers/proj\\_activ/stp\\_projects/08-02.pdf](http://www.basel.int/centers/proj_activ/stp_projects/08-02.pdf). Consultado 10/05/2010. EPA. 2005

**RODRIGUEZ JIMENEZ, J.J Y A. IRABIEN GULIAS.** 1999. “Los Residuos Peligrosos” Caracterización, Tratamientos y Gestión. Editorial Síntesis S.A. Madrid, España. 335 pp.

**Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba.** Ley 24051 “Residuos peligrosos” Generación, manipulación, transporte y tratamiento. Publicación disponible en: [www.secretariadeambiente.cba.gov.ar](http://www.secretariadeambiente.cba.gov.ar) . Consultado 12/05/2010.

**Secretaria de Ambiente de la Provincia de Córdoba.** “Registro de Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos”. Publicación disponible en: [www.secretariadeambiente.cba.gov.ar](http://www.secretariadeambiente.cba.gov.ar). (Consultado: 24/05/2011).

**Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.** [www.ambiente.gov.ar](http://www.ambiente.gov.ar)

**Romina Meringer.** Coordinador Ambiental. Ecoblend S.A. 2011. “Metodologías de gestión de Residuos”.

**GTZ-Holcim.** 2006. “Guía para el Co-Procesamiento de Residuos en la Industria del Cemento.

**Empresa Taym.** Publicación disponible en: [www.bra.com.ar](http://www.bra.com.ar)

**“Tecnología de Hornos de Cemento en la eliminación de Residuos Industriales”.** Publicación disponible en: [www.dsostenible.com.ar](http://www.dsostenible.com.ar). (Consultado: 30/06/2011)

**M.Sc. Ing. Qco. Javier Martínez 2005.** “Guía para la Gestión de Residuos Peligrosos” Publicación disponible en: [http://web.idrc.ca/es/ev-95613-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://web.idrc.ca/es/ev-95613-201-1-DO_TOPIC.html). (Consultado 01/10/10).



**THOMAS LINDHQVIST; PANATE MANOMAIVIBOOL Y NAKO TOJO.** 2008. “La Responsabilidad Extendida del Productor en el contexto de Latinoamérica” “La Gestión de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina” Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar).

**High “Toxic” Tech.** 2008. Greenpeace Argentina. Publicación disponible en: [www.greenpeace.org.ar](http://www.greenpeace.org.ar). Consultado el 04/01/2012)

**Convenio de Basilea.** Publicación disponible en: [www2.medioambiente.gov.ar](http://www2.medioambiente.gov.ar)

**BIZKAIKO FORU ALDUNDIA.** 2007. Reciclado de materiales: Perspectivas, Tecnologías y Oportunidades. Publicación disponible en: <http://www.efn.uncor.edu>

**ANEXO I.**





## **Entrevista informal al Subdirector del Área de Residuos Peligrosos de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba.**

La entrevista fue pactada previamente vía correo electrónico con el Dr. Eduardo Aime citándome en la Secretaría de Ambiente en día 15 de Septiembre del 2011.

En dicha entrevista se fueron realizando distintas preguntas con el fin de conocer la situación actual de los residuos peligrosos en la provincia y más específicamente en la ciudad de Córdoba.

1. *¿Cuál es la situación actual de los Residuos Eléctricos y Electrónicos en nuestra provincia?*

Respuesta: La Secretaria de Ambiente solo se encarga de exigir a las empresas generadoras que traten dichos residuos como peligrosos, pero no están dentro de nuestra responsabilidad la gestión de los mismos a nivel domestico, la cual es la principal fuente de generación.

2. *¿Actualmente hay algún proyecto por parte de la Secretaria de gestionar dichos residuos?*

Respuesta: Actualmente ninguno.

3. *¿Se puede tener acceso al “Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos”?*

Respuesta: No, no a todo el Registro, solamente de los Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos que estén inscripto en el.

La información sobre los Generadores no puede ser revelada. La lista de Operadores y Transportistas figura en nuestra página de internet [www.secretariadeambiente.cba.gov.ar](http://www.secretariadeambiente.cba.gov.ar) y puede ser descargada.

4. *¿Qué cantidad de Inscriptos hay en el Registro como Generadores de Residuos Peligrosos?*

Respuesta: Alrededor de 1200 empresas generadoras entre personas físicas y jurídicas.

5. *¿Se tiene registro de la cantidad aproximada de residuos peligrosos que generan estas empresas?*

Respuesta: No se sabe con exactitud ya que no se lleva a cabo un seguimiento de los manifiestos con respecto a esa información.

Se sabe por un informe realizado por la Secretaria, que en el año 2007 se trataron dentro de nuestra provincia alrededor de 20.000.000 kg. de residuos peligrosos. De igual manera este dato tiene en cuenta que hay muchas empresas de otras provincias que traen sus residuos a Córdoba, como así también hay empresas que llevan a tratar sus residuos fuera de ella y con Manifiesto Nacional del cual nosotros nos tenemos acceso.

6. *¿Qué tipo de residuos peligrosos se generan dentro de nuestra provincia?*

Respuesta: Todos los residuos que están contemplados en la ley 24.051 con la nomenclatura Y se generan dentro de nuestra provincia.



7. ¿Qué tratamientos podemos encontrar dentro de la provincia de Córdoba y qué tipo de residuos abarca?

**Respuesta:** Si analizamos la tabla de los operadores que sacamos de la página de la Secretaria podemos encontrar el nombre de la empresa operadora; la localidad donde se encuentra y qué tipo de residuos peligrosos trata.

A continuación se podrá observar dicha Tabla con además la especificación de qué tipo de tratamiento realiza dicha empresa, información brindada por el Dr. Eduardo Aime.

Empresa	Tratamiento	Ys	Descripción Y
Baterías ELPRA S.A	Recuperación de plomo y otros materiales de Baterías usadas	Y031, Y034	Desechos que tengan como constituyente Plomo, compuestos de plomo - Soluciones acidas o ácidos en forma solidas.
Bravo Energía Argentina S.C.A.	Recuperación de aceites usados	Y048/Y08, Y048/Y09, Y08, Y09	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados - Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburo y agua - Materiales y/o elementos contaminados con lo anteriormente mencionado.
Carezzano Nome Eduardo	Recuperación de Plomo	Y031, Y048/Y031	Plomo, compuestos de plomo - Materiales y/o elementos contaminados con plomo.
Derplumbio S.R.L.	Recuperación de Plomo	Y031	Desechos que contengan como constituyentes plomo.
Estabilizadora Norte S.A	Autoclave Esterilizador a vapor saturado - Recuperación de Energía	Y01	Desechos clínicos resultantes de la atención medica prestada en hospitales, centros medicos y clinicas de la salud humano y animal
ECOBLEND S.A. -	Co-Procesamiento de Residuos peligrosos	Y011, Y012, Y013, Y014, Y016, Y017, Y018, Y020, Y022, Y023, Y024, Y025, Y026, Y027, Y029, Y030, Y031, Y034, Y037, Y039, Y04, Y042, Y048/Y011, Y048/Y012, Y048/Y013, Y048/Y014, Y048/Y016, Y048/Y017, Y048/Y018, Y048/Y02, Y048/Y020, Y048/Y022, Y048/Y023, Y048/Y024, Y048/Y025, Y048/Y026, Y048/Y027, Y048/Y03, Y048/Y030, Y048/Y031, Y048/Y034, Y048/Y037, Y048/Y039, Y048/Y04, Y048/Y042, Y048/Y06, Y048/Y08, Y048/Y09, Y06, Y08, Y09	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de disolventes orgánicos - Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos - Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua - Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación, o cualquier otro tratamiento pirolítico - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos - Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos - Desechos resultantes del tratamientos de superficies de metales y plásticos - Residuos resultantes de la operación de eliminación de desechos industriales - Desechos que contengan como constituyentes berilio, compuesto de berilio, compuestos de cobre, compuestos de zinc, arsénico, selenio, cadmio, antimonio y mercurio - Desechos que contengan como constituyentes tallo, plomo - Soluciones ácidas, o ácidos en forma sólida - Compuestos orgánicos de fosforo - Fenoles, compuestos fenolicos, con inclusión de clorofenones - Éteres - Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados - Materiales y/o elementos contaminados con los anteriormente mencionado.
FORBAT Acumuladores Industriales S.R.L.		Y031, Y034, Y048/Y031, Y048/Y034	Desechos que tengan como constituyente Plomo, compuestos de plomo - Soluciones acidas o ácidos en forma solidas - Materiales y/o elementos contaminados con lo anteriormente mencionado.
I.B.S. CORDOBA S.A.	Landfarming - Bioremediacion	Y018, Y048/Y08, Y048/Y09, Y08, Y09	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos - Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua - Materiales y/o elementos contaminados con lo



			anteriormente mencionado.
JUAN MINETTI S.A. - JUAN MINETTI S.A. - PLANTA MALAGUENO	Co- Procesamiento de Residuos peligrosos	Y011, Y012, Y013, Y014, Y016, Y017, Y018, Y020, Y022, Y023, Y024, Y025, Y026, Y027, Y030, Y031, Y034, Y037, Y039, Y04, Y042, Y06, Y08, Y09	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de disolventes orgánicos - Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos - Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua - Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación, o cualquier otro tratamiento pirolítico - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos - Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos - Desechos resultantes del tratamientos de superficies de metales y plásticos - Residuos resultantes de las operación de eliminación de desechos industriales - Desechos que contengan como constituyentes berilio, compuesto de berilio, compuestos de cobre, compuestos de zinc, arsénico, selenio, cadmio, antimonio y mercurio - Desechos que contengan como constituyentes talio, plomo - Desechos que contengan como constituyentes talio, plomo - Soluciones ácidas, o ácidos en forma sólida - Compuestos orgánicos de fosforo - Fenoles, compuestos fenolicos, con inclusión de clorofenones - Éteres - Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados - Materiales y/o elementos contaminados con los anteriormente mencionado.
JUAN MINETTI S.A. - JUAN MINETTI S.A. - PLANTA YOCSINA	Co- Procesamiento de Residuos peligrosos	Y011, Y012, Y013, Y014, Y016, Y017, Y018, Y02, Y020, Y022, Y023, Y024, Y025, Y026, Y027, Y03, Y030, Y031, Y034, Y037, Y039, Y04, Y042, Y06, Y08, Y09	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de disolventes orgánicos - Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos - Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua - Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación, o cualquier otro tratamiento pirolítico - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos - Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos - Desechos resultantes del tratamientos de superficies de metales y plásticos - Residuos resultantes de las operación de eliminación de desechos industriales - Desechos que contengan como constituyentes berilio, compuesto de berilio, compuestos de cobre, compuestos de zinc, arsénico, selenio, cadmio, antimonio y mercurio - Desechos que contengan como constituyentes talio, plomo - Desechos que contengan como constituyentes talio, plomo - Soluciones ácidas, o ácidos en forma sólida - Compuestos orgánicos de fosforo - Fenoles, compuestos fenolicos, con inclusión de clorofenones - Éteres - Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados - Materiales y/o elementos contaminados con los anteriormente mencionado.
METANFER de Ismael Yamaha	Recuperación de Plomo	Y031, Y034	Desechos que tengan como constituyente Plomo, compuestos de plomo - Soluciones acidas o ácidos en forma solidas.
Moreno Cesar Anibal	Recuperación de Tambores usados	Y048/Y08, Y012/Y048	Materiales y/o elementos contaminados con desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados.
Negri Raúl Horacio	Operador por Transferencia de Tambores usados	Y048/Y012, Y048/Y08	Materiales y/o elementos contaminados con desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados y/o desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas,



			colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
Oscar Antonio Karl	Recuperación de Plata por Electrodeposición	Y016	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
QUIMIGUAY SRL	Recuperación de aceites usados	Y08, Y09	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos - Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua
Reciclar Ingeniería Ambiental	Operador por Transferencia	Y012, Y013, Y017, Y018, Y021, Y031, Y042, Y048/Y012, Y048/Y013, Y048/Y017, Y048/Y018, Y048/Y021, Y048/Y031, Y048/Y042, Y048/Y08, Y048/Y09, Y08, Y09	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos - Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices - Desechos resultantes de las operaciones de superficies de metales y plásticos - Residuos resultante de las operaciones de eliminación de desechos industriales - Desechos que contengan como constituyente compuestos de cromo hexavalente y/o plomo - Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados - Materiales y/o elementos contaminados con lo anteriormente mencionado.
Repat Unión Transitoria a Empresas	Autoclave (Residuos Patógenos)	Y01, Y03	Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas de la salud humano y animal - Desechos resultantes de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal - Materiales y/o elementos contaminados con los anteriormente mencionado.
TAYM S.A. - OPERADOR	Disposición final en celdas de seguridad	Y011, Y012, Y013, Y016, Y017, Y018, Y02, Y021, Y022, Y023, Y024, Y025, Y026, Y027, Y029, Y030, Y031, Y032, Y033, Y034, Y035, Y036, Y039, Y04, Y048/Y011, Y048/Y012, Y048/Y013, Y048/Y016, Y048/Y017, Y048/Y018, Y048/Y02, Y048/Y021, Y048/Y022, Y048/Y023, Y048/Y024, Y048/Y025, Y048/Y026, Y048/Y027, Y048/Y029, Y048/Y03, Y048/Y030, Y048/Y031, Y048/Y032, Y048/Y033, Y048/Y034, Y048/Y035, Y048/Y036, Y048/Y039, Y048/Y04, Y048/Y07, Y048/Y08, Y048/Y09, Y07, Y08, Y09	Desechos que contengan cianuro - Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban dispuestos - Mezcla y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburo y agua - Residuos alquitranados resultante de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices - Desechos resultante de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos - Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos - Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales - Desechos que contengan como constituyente berilio, compuestos de berilio; compuestos de cromo hexavalente; compuestos de cobre; zinc; arsénico; selenio; cadmio; antimonio; mercurio; tallo; plomo - Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro de cálcico - Cianuros inorgánicos - Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida - Soluciones básicas o bases en forma sólida - Asbestos (polvo y fibras) - Fenoles, compuestos fenolicos, con inclusión de cloro fenoles - Éteres - Materiales y/o elementos contaminados con lo anteriormente mencionado.

**Tabla 1a** - Listado de Operadores de Residuos Peligrosos inscriptos en el “Registro de operadores, generadores y transportistas de residuos peligrosos”. Fuente: Secretaria de Ambiente. [www.secretariadeambiente.cba.gov.ar](http://www.secretariadeambiente.cba.gov.ar). Consultado: 16/09/2011.

**ANEXO II.**



**Figura 1a:** Campanas recolectoras de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos pequeños.



**Figura 1b:** Camiones recolectores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de mayor volumen.



**Figura 2a:** Máquina Trituradora de materiales de desecho de alta resistencia.



**Figura 2b:** Prensa de Chatarra.

**ANEXO III.**





lugar	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Centro Modelo de Reciclado de RSU	10.00			365.00		3650.00	1.00	120.00	1000.00	400000.00
Centro de Acopio de Desmantelamiento de RAEE		3.00	0.00		1329604.00	3988.81	1.09	131.14	1092.83	437130.08

**Tabla 1a:** Calculo cantidad de personal para el “Centro de Acopio y Desmantelamiento de RAEE y costo total del Centro.

Detalle.

<b>A</b>	Toneladas Diarias Procesadas
<b>B</b>	Kilogramos de Residuos Electrónicos que genera anualmente una persona
<b>C</b>	Toneladas de Residuos Electrónicos que genera anualmente una persona
<b>D</b>	Días al año
<b>E</b>	Cantidad de Habitantes de la Ciudad de Córdoba
<b>F</b>	Cantidad de Toneladas Totales Procesadas
<b>G</b>	Coefficiente de relación
<b>H</b>	Cantidad de empleados
<b>I</b>	Superficie utilizada (en mt <sup>2</sup> )
<b>J</b>	Monto de la Inversión

Supuestos:

1. Las toneladas diarias se estiman sobre una base de 365 días sin distinguir días laborales y no laborales.
2. Los kilogramos de basura electrónica anuales se estiman para un individuo estadísticamente standard de la ciudad de Córdoba.
3. La cantidad de Habitantes de la Ciudad de Córdoba se basa en el Censo Nacional realizado en 2010.
4. En los valores de inversión no se tienen en cuenta correcciones monetarias, tipos de cambio necesarios ni la inflación.

### Formulario descriptivo del Trabajo Final de Graduación.

Este formulario estará completo sólo si se acompaña de la presentación de un resumen en castellano y un abstract en inglés del TFG.

El mismo deberá incorporarse a las versiones impresas del TFG, previa aprobación del resumen en castellano por parte de la CAE evaluadora.

Recomendaciones para la generación del "resumen" o "abstract" (inglés).

“Constituye una anticipación condensada del problema que se desarrollará en forma más extensa en el trabajo escrito. Su objetivo es orientar al lector a identificar el contenido básico del texto en forma rápida y a determinar su relevancia. Su extensión varía entre 150/350 palabras. Incluye en forma clara y breve: los objetivos y alcances del estudio, los procedimientos básicos, los contenidos y los resultados. Escrito en un solo párrafo, en tercera persona, contiene únicamente ideas centrales; no tiene citas, abreviaturas, ni referencias bibliográficas. En general el autor debe asegurar que el resumen refleje correctamente el propósito y el contenido, sin incluir información que no esté presente en el cuerpo del escrito.

Debe ser conciso y específico”. Deberá contener seis palabras clave.

#### Identificación del Autor.

Apellido y nombre del autor:	<b>Yohana Paola Riva</b>
E-mail:	<b>yohana.riva@gmail.com</b>
Título de grado que obtiene:	<b>Licenciada en Gestión Ambiental</b>

#### Identificación del Trabajo Final de Graduación.

Título del TFG en español	<b>Desarrollo de una Propuesta de Gestión de los Residuos Eléctricos y Electrónicos en la ciudad de Córdoba, Argentina.</b>
Título del TFG en inglés	<b>Developing a Management Proposal for Waste Electrical and Electronic Equipment in the city of Córdoba, Argentina.</b>
Tipo de TFG (PAP, PIA, IDC)	<b>IDC</b>
Integrantes de la CAE	<b>Sra. Silvia Ramallo – Sr. Carlos Reyes</b>
Fecha de último coloquio con la CAE	<b>08 de Marzo de 2012</b>
Versión digital del TFG: contenido y tipo de archivo en el que fue guardado	<b>TFG Completo. Formato en PDF</b>

#### Autorización de publicación en formato electrónico.

Autorizo por la presente, a la Biblioteca de la Universidad Empresarial Siglo 21 a publicar la versión electrónica de mi tesis. (Marcar con una cruz lo que corresponda)

#### Autorización de Publicación electrónica:

- Si, inmediatamente.  
 Si, después de ..... mes(es)  
 No autorizo.

\_\_\_\_\_  
Firma del alumno