





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL

Ingeniería Industrial

Proyecto Final

PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL  
INGENIERÍA INDUSTRIA  
PROYECTO FINAL

# PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

## ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

**AUTORES:** Martínez, Liz Vanesa

Sat, Alina Mair

Sat Eraso, María Daniela

**AÑO:** 2014

**FECHA DE PRESENTACIÓN:** 2 de Julio de 2015

**DOCENTES:**

---

Mg. Ing. Carlos Llorente

---

Ing. Bruno Romani

MARTÍNEZ, Liz Vanesa  
SAT, Alina Mair  
SAT ERASO, María Daniela

Página 2 de 158

Año: 2014



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**ÍNDICE**

ÍNDICE .....	3
LISTA DE TABLAS .....	6
RESUMEN EJECUTIVO .....	7
ABSTRACT .....	9
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. JUSTIFICACIÓN .....	12
1.2. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR.....	13
1.2.1 ¿QUÉ SON LOS RAEE? .....	13
1.2.2. CLASIFICACIÓN .....	14
CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE MERCADO.....	16
2.1 MERCADO PROVEEDOR .....	16
2.1.1. PUNTOS VERDES.....	19
2.2. MERCADO CONSUMIDOR.....	19
2.2.1. DESTINO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS .....	20
2.3. MERCADO COMPETIDOR .....	30
2.3.1. CASO DE SILKERS SA .....	32
2.3.2. CASO DE INDUSTRIAS DALAFER SA.....	32
2.3.3. CASO DE SCRAP Y REZAGOS SRL / COMPUCANJES .....	33
2.3.4. CASO DE GESTIÓN AMBIENTAL ACE Y ECOWASTE SUDAMERICANA SA .....	34
2.3.5. 3R AMBIENTAL SA.....	35
2.4. MERCADO DISTRIBUIDOR.....	35
2.5. CONCLUSIÓN .....	36
CAPÍTULO 3: INGENIERÍA DE PROYECTO.....	38
3.1. TASA DE VALORIZACIÓN .....	38
3.2. DESCRIPCIÓN DE LÍNEAS Y SUS COMPONENTES .....	40
3.2.1. MATERIALES QUE COMPONEN UN MONITOR TRC TIPO ESTÁNDAR .....	41
3.2.2. COMPONENTES DE UN COMPUTADOR TIPO (TECLADO, CPU, PLACA MADRE Y MOUSE) .....	42
3.2.3. MATERIALES QUE COMPONEN UN COMPUTADOR ESTÁNDA .....	44
3.2.4. MATERIALES QUE COMPONEN LAS PLACAS IMPRESAS .....	45
3.2.5. MATERIALES QUE COMPONEN LOS APARATOS DE ALUMBRADO .....	48
3.3. TEGNOLOGÍA .....	48
3.3.1. PLACAS IMPRESAS .....	50
3.3.2. APARATOS DE ALUMBRADO.....	55
3.3.3. MÁQUINA PARA RECICLADO DE MONITORES DE CRT Y TELEVISORES.....	63



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

3.4. LOCALIZACIÓN .....	68
3.4.1. MACROLOCALIZACIÓN .....	68
3.4.2. MICROLOCALIZACIÓN .....	70
3.4.3. PUNTOS VERDES .....	73
3.5. TAMAÑO .....	74
3.5.1. TRATAMIENTO DE LÁMPARAS.....	74
3.5.2. DESENSAMBLE .....	75
3.5.3. TRATAMIENTO MONITORES CTR Y TV .....	75
3.5.4. TRATAMIENTO DE PCB .....	75
3.5.5. TAMAÑO DEL PROYECTO.....	76
3.5.6. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL .....	76
3.5.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	76
3.6. RECOLECCIÓN DE PUNTOS VERDES .....	81
3.6.1. POR PARTE DE USUARIOS DE AEE'S:.....	81
3.6.2. EN LOS CENTROS DE RECEPCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RAEE'S: .....	81
CAPÍTULO 4: ASPECTOS AMBIENTALES Y LEGALES .....	84
4.1. ASPECTOS LEGALES.....	84
4.1.1. LEGISLACIÓN NACIONAL.....	84
4.1.2. LEGISLACIÓN PROVINCIA DE BUENOS AIRES.....	85
4.1.3. LEGISLACIÓN MUNICIPAL LA MATANZA.....	86
4.2. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES .....	86
4.2.1. UTILIZACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO .....	86
4.2.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO .....	90
4.2.4. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	92
4.2.5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....	93
4.3. CONCLUSIÓN .....	94
CAPÍTULO 5: DIAGRAMAS Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA .....	96
5.1. DIMENCIÓN DE LA PLANTA.....	96
5.1.1. DETERMINACIÓN DE ÁREAS .....	96
5.1.2. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES .....	96
5.1.3. HOJA DE TRABAJO .....	97
5.1.4. DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUE .....	98
5.2. LAY OUT DEL PROYECTO .....	99
CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	104
6.1. INVERSIÓN DEL PROYECTO .....	104
6.2. COSTOS DEL PROYECTO .....	106
6.2.1. COSTOS DE OPERACIÓN .....	107



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

6.2.2. COSTOS DE PERSONAL.....	107
6.2.3. AMORTIZACIÓN .....	109
6.2.4. COSTOS MENSUALES .....	111
6.5. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO.....	119
CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE RIESGO Y SENSIBILIDAD .....	124
7.1. ANÁLISIS DE RIESGO .....	124
7.1.2. RIESGOS EVALUADOS .....	124
7.2. CONCLUSIÓN .....	125
7.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	125
CONCLUSIÓN FINAL .....	131
BIBLIOGRAFIA .....	133
ANEXO.....	134
A.1. EMPRESAS RECICLADORAS.....	134
A.2. LEY PROVINCIA 14.321 .....	136
A.3. GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	158



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 2.1: Principales sector demandantes del oro a nivel mundial .....	23
Tabla 2.2: Demanda y oferta de la plata.....	26
Tabla 3.1: Tasa de Valorización.....	39
Tabla 3.2: Porcentaje en peso de materiales que componen una PC. ....	42
Tabla 3.3: Componentes de un computador. ....	44
Tabla 3.4: Composición de una Placa Impresa.....	47
Tabla 3.5: Especificaciones técnicas de máquina CTR M100.....	65
Tabla 3.6: Método de los Factores Ponderados .....	69
Tabla 3.7: Método del Centro de Gravedad .....	70
Tabla 4.1: Leyes y Normas Nacional .....	84
Tabla 4.2: Leyes y Normas de la Provincia de Buenos Aires .....	85
Tabla 4.3: Ordenanzas Municipales de La Matanza.....	86
Tabla 5.1: Hoja de Trabajo .....	97
Tabla 6.1: Inversión del Proyecto .....	104
Tabla 6.2: Elementos de Seguridad.....	107
Tabla 6.3: Insumos PCB.....	107
Tabla 6.4: Costos de Personal .....	108
Tabla 6.5: Amortización .....	109
Tabla 6.6: Costos Mensuales.....	113
Tabla 6.7: Ingresos Mensuales.....	116
Tabla 6.8: Flujo de Caja .....	121



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**RESUMEN EJECUTIVO**

El gran avance en las tecnologías y el fácil acceso a las mismas generan anualmente, en la Argentina, más de 40.000 toneladas de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE's), residuos que son altamente contaminantes si no se les realiza un correcto tratamiento, pero de los cuales se pueden obtener gran cantidad de productos. En la Argentina solo se cuentan con cinco plantas autorizadas para dicho tratamiento, por tal motivo es que se plantea estudiar la viabilidad técnica y económica de un proyecto de acopio y desensamble de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE's).

Por tratarse el proyecto en estudio de una planta que procesa residuos, se encuentra frente a un gran número de materia prima disponible, siendo los principales generadores los usuarios domésticos y profesionales de aparatos eléctricos y electrónicos, más precisamente las entidades públicas como escuelas, universidades, el estado y los municipios, las entidades privadas, entre otros. Como se mencionó anteriormente en el país solo se cuenta con cinco plantas de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos las cuales abarcan el 34% de la cantidad de residuos disponibles. Los principales consumidores de los productos que se recuperan una vez realizados los tratamientos correspondientes son las empresas que realizan blending, es decir mezcla de material virgen con material reciclado para la obtención de sus productos.

Se describe la tecnología necesaria para la obtención de los productos finales, los cuales son; vidrio, plástico, metal, cobre de baja pureza considerado chatarra y cobre de alta pureza, plata, níquel, oro, platinoídes, hierro y cable. En Inglaterra, Balcan proporciona una maquinaria de última generación para el reciclaje de lámparas y tubos fluorescentes, en China, Hunan Vary Tech Co suministra la recicladora de placas impresas (PCB) y por último en China Mingxin provee la tecnología para el correcto tratamiento de los tubos de rayo catódicos proveniente de los monitores con tecnología TRC. Por tal motivo el proyecto cuenta con cuatro líneas: línea de desensamble, línea de monitores que contienen la tecnología de tubo de rayos catódicos (TRC), línea de lámparas y tubos fluorescentes y línea de tarjetas de circuitos impresas.

La determinación del tamaño más adecuado para este proyecto está basada en la consideración del proyecto como unidad económica o unidad productiva con sus líneas trabajando al máximo de sus capacidades a excepción de la línea de PCB, la cual en las condiciones dadas trabaja al 45% de su capacidad, para evitar de esta manera duplicar los costos de operación de la línea de desensamble. Este tamaño óptimo, coincide con el tamaño mínimo de máxima rentabilidad.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

La ubicación geográfica se estableció en la Argentina por ser el tratamiento de estos residuos una problemática creciente, la macro localización, queda establecida por el método de los factores ponderados, teniendo en cuenta como principal variable la densidad demográfica lo cual arrojó como ubicación la provincia de Buenos Aires. La microlocalización, a través del centro de gravedad, dio como lugar más apropiado la zona centro este de Buenos Aires, es decir el partido de La Matanza.

Desde el punto de vista ambiental, no se presentan dificultades, sino todo lo contrario, ya que la actividad propuesta genera múltiples beneficios socioeconómicos y como política de la empresa se estableció que la maquinaria incorporada no genere ningún tipo de contaminación. Desde el punto de vista legal surgieron algunos inconvenientes, puesto que no hay ninguna ley nacional que obligue a las personas a separar y darle un adecuado destino a este tipo de residuos, pero si se cuenta con un ley provincial en Buenos Aires que tiene como objetivo el correcto tratamiento de los RAEE's.

Para realizar el estudio económico y la viabilidad del proyecto previamente se calcularon los costos e ingresos anuales a lo largo de un horizonte de evaluación de 10 años, y la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto, la cual según el escenario planteado es de \$50,777,098,92. La evaluación económica se lleva a cabo con una tasa de descuento calculada igual a 18,91%, dando un VAN de \$50,694,970.82 y una TIR de 44 %.

Se destaca el análisis de riesgos asociados, que permite identificar la variable crítica del proyecto, la cual es la Disponibilidad de Materia Prima, es decir, la cantidad de residuos disponibles y en condiciones de ser procesados, para finalmente variarla, para ver qué tan sensible son los indicadores de evaluación por el método de simulación de Montecarlo, hasta el número mínimo de unidades que hace igual a cero el Valor Actual Neto del flujo de caja. Se obtiene que dicha variable puede disminuirse hasta un 50% por debajo de la cantidad actualmente disponible. Se concluye que se pueden procesar 0.2 kilos de RAEE's por habitante.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**ABSTRACT**

The great technological advance and the easy access to it, annually generate more than 40.000 tons of electronic and electric equipment waste (e-waste) in Argentina. This type of waste is highly polluting if it does not receive an appropriate treatment, but at the same time, lots of products can be obtained from it. In Argentina, there are only five authorized plants to carry out that treatment. For this reason, it is proposed to study the technical and economic feasibility of a project on the collection and disassembly of e-waste.

As it is a project on a plant that processes waste, it benefits from a large amount of available raw material, being the domestic and professional users the main generators of e- waste, more precisely, public entities such as schools, universities, the state and counties, and private entities, among others. As mentioned previously, in the country there are only five e- waste treatment plants which cover just a 34% of the total amount of waste that is available. The main consumers of the recovered products once the proper treatments are done are those companies which perform blending, i.e. mixture of virgin and recycled material in order to obtain their own products.

The technology needed for final products production is described. Final products comprises: glass, plastic, metal, low purity copper considered scrap and high purity copper, silver, nickel, gold, platinoides, iron and cable. In England, Balcan provides cutting-edge machinery for the recycling of fluorescent lamps and tubes. In China, Hunan Vary Tech Co supplies the printed circuit boards (PCB) recycler. Finally, in China, Mingxin provides the technology for the proper treatment of cathode ray monitors with CRT technology. Therefore, the project has four lines: disassembly line, CRT monitors line, fluorescent tubes and lamps line, and PCB line.

Determination of the most appropriate size for this project has been based on the consideration of the project as an economic or productive unit with its lines working to their fullest capabilities except for the PCB line, which in given conditions works at a 45% of its capacity, thus avoiding the duplication of the disassembly line operating costs. This optimum size coincides with the minimum size of maximum profitability. The geographical location was established in Argentina. As the treatment of e- waste is a growing problem, the macro location, is established by the weighted factors method, taking into account the population density as the main variable which resulted in Buenos Aires as the best place. The micro location by means of the centre of gravity, showed as the most appropriate place the middle east of Buenos Aires, i.e. Partido de la Matanza area.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

From the environmental point of view there are no difficulties, by the contrary, the proposed activity generates multiple socio-economic benefits, and the company policy establishes the building of machinery which does not generate any pollution. From the legal point of view, some drawbacks arose since there is no national law requiring people to separate and to give a suitable destination to this waste, but there is a provincial law in Buenos Aires which aims at treating e-waste properly.

In order to carry out the economic study and the project feasibility, costs and annual incomes were calculated previously over a 10 years assessment horizon, together with the investment required to implement the project, which according to the proposed scenario is \$ 50,777,098 92. The economic evaluation is performed with a calculated discount rate equal to 18.91%, resulting in a NPV (Net Present Value) of \$ 50,694,970.82 and an IRR (Internal Rate of Return) of 44%.

The analysis of associated risks is highlighted. It allows for the identification of the project critical variable which is Raw Material Availability, i.e. the amount of available waste in condition to be processed, in order to vary it in the end, so as to see how sensitive evaluation indicators are by the Monte Carlo simulation method, up to the minimum number of units which makes the net present value of the cash flow equal to zero. It is observed that this variable can be decreased up to a 50% below of the currently available amount. It is concluded that 0.2 kilos of e-waste per inhabitant can be processed.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL

PLANTA DE ACOPIO Y DEENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS

ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

Ingeniería Industrial

Proyecto Final

# INTRODUCCIÓN





## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. JUSTIFICACIÓN**

Hoy en día el mundo está rodeado de nuevas tecnologías lo que facilita la vida de las personas en gran medida, pero llega un momento en el que esos aparatos resultan obsoletos ya sea por compra de uno nuevo o por rotura del mismo, entonces surge una pregunta ¿Qué hacer con ellos? La respuesta no es deshacerse y despreocuparse, se debe tener conciencia de las consecuencias que estos generan, ejemplo del mal manipuleo de estos residuos son los países denominados basura o vertederos tecnológicos, situados en el África, Latinoamérica, el Caribe, México, Venezuela, Paraguay y China, en los cuales se ve seriamente afectada la calidad de vida de sus habitantes, produciendo contaminación descontrolada de los elementos de los que están compuestos los dispositivos.

En el 2012 en todo el mundo se produjeron casi 49 millones de toneladas de basura electrónica, equivalente a 7 kilogramos por cada habitante del planeta, y para el 2017 la cifra aumentará un 33 %, según un informe de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU).

En nuestro país, según estimaciones del INTI, Centro Regional Basilea y Greenpeace, cada uno de los 40 millones de argentinos desecha unos 10 kg/habitante/año de RAEE. De ello surge el mercado potencial anual: 40 millones de habitantes x 10 kg /1000 = unas 400.000 toneladas al año de RAEE.

Pero el mayor de los impulsores para atraer nuevas inversiones en el sector es que, ese volumen de 400.000 toneladas aún no cuenta con una cadena de valor formal para su gestión.

Pilas, teléfonos, computadoras, televisores, heladeras, lámparas, electrodomésticos, entre otros son descartados cada año sin contar con un tratamiento adecuado. Incluso los diferentes planes oficiales de promoción y aliento a la compra de todo tipo de artefactos no cuentan con un sistema de tratamiento de los aparatos reemplazados. Hoy, la mayor parte de estos artefactos en desuso terminan en rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto junto con el resto de los residuos o en circuitos informales, y ponen en peligro la salud de quienes los manipulan.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Entre los municipios que cuentan con programas que intentan desviar esta corriente de residuos de los rellenos sanitarios están la ciudad de Buenos Aires, Rosario, Mendoza y otros. Pero esto no alcanza.

El 72% de los componente de un equipo electrónico son reciclables, el 25% reutilizables y solo un 3% son contaminantes (como plomo y mercurio).

Lo que se debe hacer es reciclarlos en puntos adecuados y prepararlos para su tratamiento, algo que hace pensar en la importancia de la existencia de plantas de procesamiento de componentes eléctricos y electrónicos. Este proceso debe ofrecer garantías para recuperar los componentes aprovechables y tratar adecuadamente los potencialmente peligrosos. Con ello también se consigue evitar daños producidos en la salud de los humanos y en el medioambiente.

El propósito de este proyecto es el estudio de viabilidad a nivel de pre factibilidad de una planta de acopio y desensamble de un grupo determinado de aparatos eléctricos y electrónicos. Para ello se realiza el estudio de mercado, la ingeniería del proyecto y la evaluación económico – financiera del establecimiento de la planta.

El proceso abarca desde la recolección y llegada de los aparatos a la planta, el tratamiento en la misma, hasta su distribución y deposito en lugares adecuados según los distintos componentes tratados. Se expondrán diferentes escenarios de estudio en un horizonte de evaluación de 10 años.

Es importante destacar que los esfuerzos que se destinan al reciclado no son en vano, cualquier residuo es reciclable y más concretamente los RAEE, esto último se podrá conocer a lo largo de todo este proyecto.

## **1.2. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR**

### **1.2.1 ¿QUÉ SON LOS RAEE?**

RAEE es la sigla con la que se conoce a un nuevo tipo de desecho urbano: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. También, se los suele denominar de manera informal como e-desechos o basura electrónica o en inglés como e-waste o por la sigla WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment). La denominación RAEE incluye a todos los aparatos eléctricos y electrónicos que se acercan al final de su "vida útil" y pasan a ser residuos, considerando todos aquellos componentes y subconjuntos que forman parte del producto en el momento que se desecha. Muchos de estos productos se pueden reutilizar, restaurar o reciclar.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Dentro de todos estos componentes los más problemáticos, desde el punto de vista medioambiental, son aquellos que contienen metales pesados tales como Mercurio, Plomo, Cadmio, Cromo, sustancias halogenadas como CFCs, PCBs, PVCs, algún retardador de llama o también Amianto y Arsénico.

Se estima que cerca del 75 por ciento de los aparatos electrónicos viejos se encuentra almacenado en casas y oficinas ocupando espacio (en armarios, cajones, cuartos enteros), incomodando y generando un despilfarro de recursos. Esto sucede, en parte, debido a la incertidumbre de no saber cómo manejar estos materiales.

### 1.2.2. CLASIFICACIÓN

Los RAEE se ordenan, desde el punto de vista de la producción, comercialización y consumo, en distintas "líneas" de aparatos: línea blanca, línea marrón y línea gris.

- La línea blanca hace referencia a los electrodomésticos relacionados con el frío, el lavado, la cocción y el confort.
- La línea marrón comprende a los aparatos de consumo: televisión, radio, videos, etc.
- La línea gris abarca a todos los equipos de informática y comunicación: computadoras, teléfonos, celulares, monitores, etc.



# ESTUDIO DE MERCADO





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE MERCADO**

El análisis de los mercados a los que se va a enfrentar la realización de una actividad económica es fundamental para determinar la viabilidad de la misma y para establecer estrategias de negocio en base a las necesidades tanto del entorno como de los posibles consumidores. Tener conocimiento del mercado proveedor determina la disponibilidad de los recursos necesarios para la actividad en cuestión, el estudio del mercado consumidor nos da las pautas acerca de la demanda y de los requisitos que los mismos buscan a la hora de adquirir el producto, por su parte el mercado competidor muestra los escenarios a los que se va a enfrentar la actividad y determina en parte la oferta y las estrategias necesarias para competir a un mismo nivel. Por último el mercado distribuidor juega un papel fundamental cuando se trata, especialmente, de un producto de consumo masivo o de un producto perecedero, en los que un retraso mínimo puede generar grandes pérdidas.

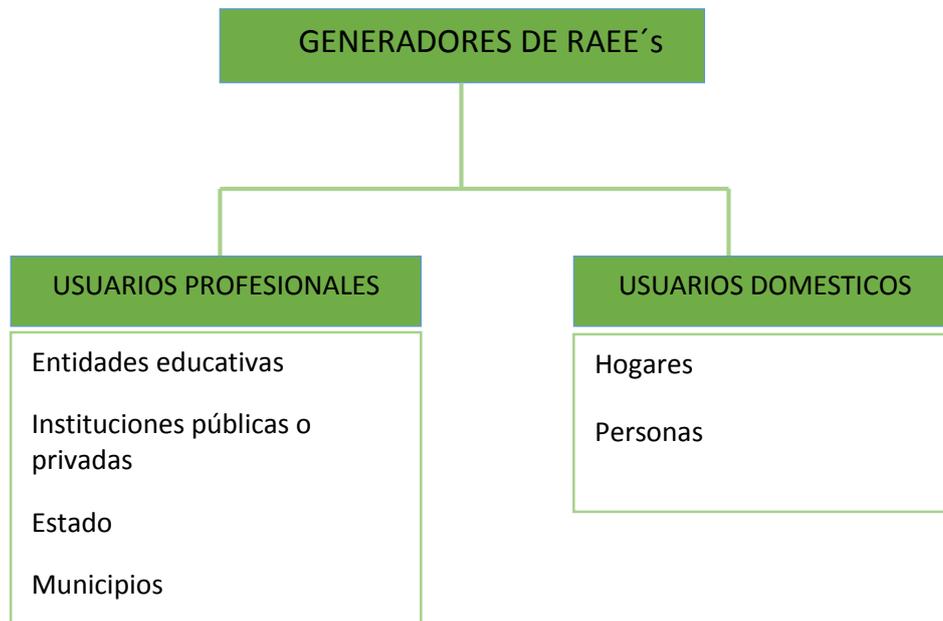
**2.1 MERCADO PROVEEDOR**

Anualmente se generan entre 20 y 50 millones de toneladas de basura electrónica mundialmente, se calcula que el volumen de la chatarra electrónica está creciendo entre un 16% y un 28% cada cinco años, lo que convierte a este desperdicio en el de mayor crecimiento en los últimos años. Ya sean considerados como desecho, como basura, como chatarra o como desperdicio, ya es motivo de preocupación su manejo adecuado de “manera amigable” con el ambiente y segura para los manipuladores al deshacerse de los mismos. Actualmente uno de los principales y graves problemas es el desechar este tipo de basura, porque la mayoría de los aparatos electrónicos contiene elementos tóxicos que al no ser adecuadamente gestionados o tratados en su eliminación producen grandes daños al medio ambiente afectando por lo tanto a todos su componentes y particularmente al ser humano.

En el caso de estudio, el mercado proveedor estará compuesto principalmente por los usuarios de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) que luego de un tiempo se convierten en generadores de residuos, siendo estos los que se presentan a continuación:



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**



Para determinar la disponibilidad de nuestra materia prima se realiza un análisis a nivel mundial de los países con mayor generación de residuos en kg por habitante (Figura 2.1.), seguido por un análisis a nivel Argentina, ya que como se explicó en la justificación es nuestro punto de partida para el estudio en cuestión.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

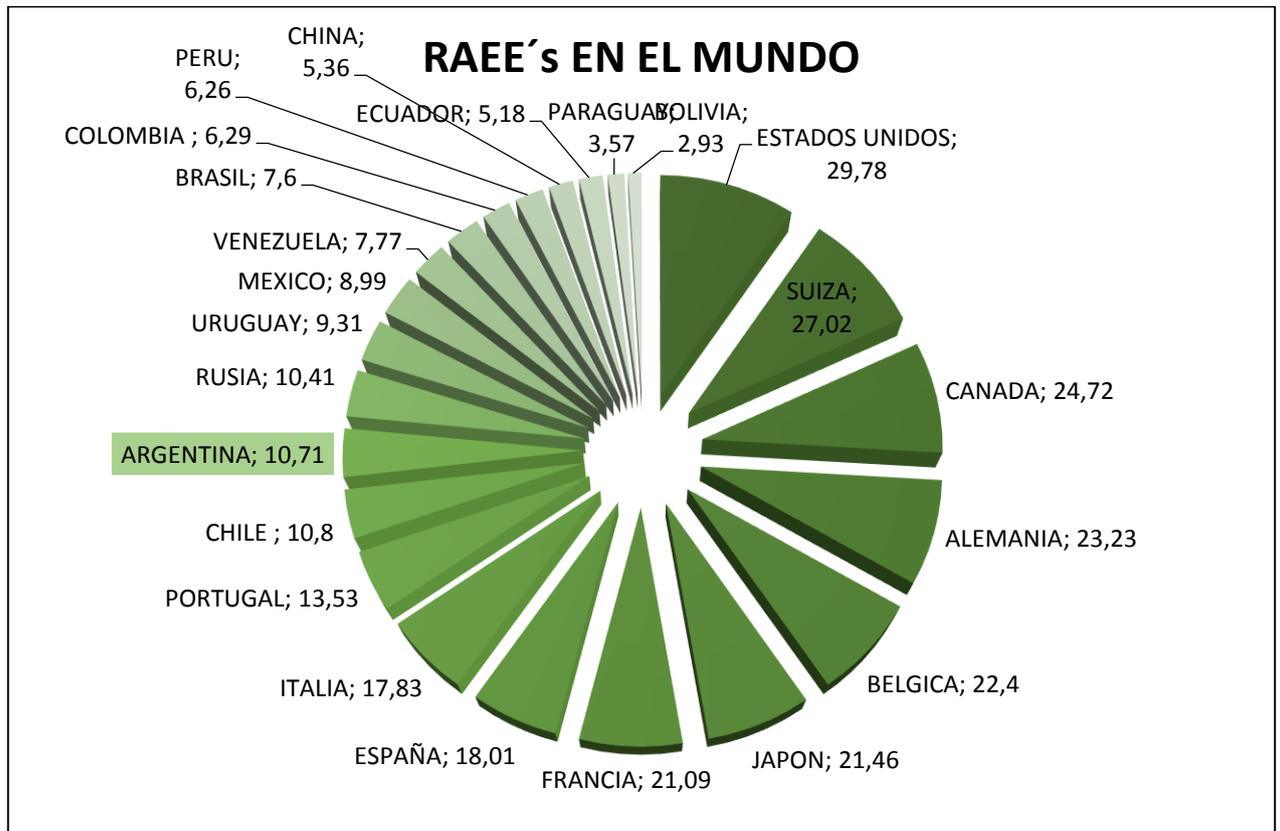


Figura 2.1: Generación de RAEE por habitante

Fuente: [www.step-initiative.org](http://www.step-initiative.org)

Según estimaciones del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Centro Regional Basilea y Greenpeace, cada argentino desecha unos 10 kg de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) al año. Según datos obtenidos en el año 2012.

De ello surge el mercado potencial anual: 40 millones de habitantes x 10kg /1000 = **unas 400.000 toneladas al año de RAEE.**

- Entre 50 y 60 % del RAEE se acumula en hogares y empresas, y regularmente, un porcentaje de esa cantidad se desechan mezclados con la basura doméstica terminando en basurales o rellenos sanitarios.
- Entre 5 y 15 % se recuperan y se reutilizan partes y equipos en empresas usuarias y/o de servicios técnicos de PyMEs y hogares, que recuperan piezas o equipos enteros para extender el ciclo de vida de los mismos. Los remanentes de estas actividades van a parar también a los basureros sin tratar.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Entre 10 y 20 % es recuperado por recuperadores primarios informales (cartoneros y chatarreros) para el reciclado de los plásticos y metales ferrosos que contienen, en tanto el resto de los desechos (tubos de rayos catódicos, plaquetas, baterías, aceites, entre otros) se tiraran a la basura o en el entorno de éstos recicladores informales.
- Entre 1 y 2 % es recuperado y reutilizado por organizaciones con fines sociales.
- Sólo alrededor del 5 % (20.000 toneladas) es recuperado, aislado y tratado adecuadamente y con certificación por plantas habilitadas por la Autoridad Nacional.

Independientemente del lugar donde se sitúe la planta es importante determinar la manera de recolección de los residuos para luego ser tratados, para esto se proponen dos alternativas que son las más utilizadas actualmente a nivel mundial, para lograr el acopio de los residuos.

- Puntos verdes.
- Acuerdos con instituciones, gobiernos y empresas.

### 2.1.1. PUNTOS VERDES

Sitio o lugar acondicionado, destinado a ofrecer a los consumidores la posibilidad de devolver los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para su posterior traslado a los centros de acopio, almacenamiento, reacondicionamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final. Estos puntos verdes se clasifican en dos tipos; fijos y móviles, entendiéndose como fijos a aquellos puntos en donde se dispondrá de distintos recipientes de acopio de forma permanente donde los generadores de residuos podrán asistir para depositar los distintos aparatos. Los puntos móviles son aquellos que irán a distintos lugares y se darán a conocer a través de campañas publicitarias provocando que dicha actividad no muera en un lugar sino que permanentemente se esté concientizando sobre el reciclado de los RAEE.

## 2.2. MERCADO CONSUMIDOR

El mercado consumidor de los RAEE, buscan sacar provecho de los metales, fundamentalmente cobre, aluminio, aceros, estaño, cinc y los metales preciosos, y sus aleaciones presentes en los rezagos. Esto provoca un crecimiento significativo en el valor de mercado y demanda, tanto local como internacional. Tanto la chatarra ferrosa como la no ferrosa cuentan con una alta demanda local.



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

Argentina, Brasil, Chile, Venezuela y Perú, generan cada año una importante demanda de chatarras como insumos de hornos de fundición. Los compradores de rezagos eléctricos y electrónicos, mezclan las chatarras con material virgen en medidas variables para producir lingotes, rodillos o planchas de material de alta pureza. Para ello, requieren de empresas operadores de residuos con procesos automatizados de separación de componentes, clasificación y acondicionamiento para la venta como insumos de nuevos procesos.

En la mayoría de los países latinoamericanos operan gran cantidad de empresas dedicadas a la compra de chatarras ferrosas y no ferrosas obtenidas de metales base (cobre, estaño) y metales preciosos (oro, paladio, iridio y plata) a partir de la valorización y refinamiento de los RAEE. Más del 70 % del acero y del 60 % de cobre y el aluminio que se usan a diario en la región proviene del recupero de chatarras, que son mezclados con materiales virgen. También en Brasil, Perú y otros países operan merados electrónicos de chatarras de todo tipo.

Lo mismo sucede con el vidrio y los plásticos. Por lo general, los vidrios son consumidos internamente, por empresas que compran a muy bajo precio, dado el valor del scrap vítreo. Sin embargo, muchas empresas de vidrio empiezan a preocuparse por el contenido de fósforo, óxidos de plomo y/o bario de los vidrios de televisores y monitores. En algunos casos hacen un blending con otros tipos de vidrio y empiezan a controlar sus emisiones, para cumplir con los permisos ambientales. En tanto, los plásticos, en especial el HIPS, ABS, acrílicos, Polipropilenos, Poliestirenos, comienzan a ser un mercado versátil de compras, especialmente desde el Sudeste Asiático y EEUU. Los denominados plásticos industriales, una vez separados, clasificados, pelletizados o escamados, tienen una importante demanda global. Por otro lado, al no ser definidos como residuos peligrosos, no tienen altas barreras de ingreso y muchos operadores ingresan en el sector.

En Argentina, existe una gran variedad de empresas que utilizan como materia prima los rezagos obtenidos de otros procesos. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación presenta un listado de estas instituciones, la cual se adjunta en el anexo del presente proyecto. Es importante destacar que cada una de ellas exige diferentes maneras de recibir sus insumos.

### 2.2.1. DESTINO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS

#### 2.2.1.1. ORO

Oro (Au, de la palabra latina *aurum*) es el metal más antiguo conocido por la humanidad. Sus principales propiedades son:

- Un metal amarillo brillante con una densidad muy alta.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Junto con el cobre y la plata es uno de los mejores conductores del calor y la electricidad (conductividad del orden de 70%)
- El más maleable y dúctil de todos los metales.
- Puede ser golpeado hasta formar una lámina semi-transparente con un espesor de 0,01 mm, y dibujado en forma de hilo de peso inferior a 0,5 g por kilómetro.
- Un metal muy suave (2.5 en la escala de Mohs) y debe ser endurecido por aleación en la mayoría de sus aplicaciones.

A continuación, se muestran los principales sectores demandantes de oro a nivel mundial.

### **JOYERÍA**

La Joyería siempre ha sido un área dominante en la demanda del oro. Muy apreciado por su valor, así como su belleza, las joyas de oro tiene un estado universal que se mantiene constante. Durante los últimos cinco años (2010-2014), esta aplicación ha sido la responsable, en promedio, de alrededor del 50 por ciento de la demanda mundial del oro, pero la fuente de esta demanda se ha desplazado en línea con la nueva dinámica del crecimiento económico y de la riqueza en el mundo.

India y China representan el mayor mercado de joyas de oro, abarcan en conjunto más de la mitad de la demanda de consumo mundial en 2014. Parte del gran apetito por la joyería en estos países es impulsado por el papel cultural que el oro representa.

Esta demanda actualmente no demuestra signos de disminuir, principalmente debido al crecimiento de la riqueza y los cambios demográficos: se espera para el 2020, un aumento de alrededor de mil millones de nuevos consumidores urbanos en India y China, por su parte Asia por estar experimentando un aumento en la renta disponible genera aumentos en la demanda del oro.

El oro puro es equivalente a 24 quilates. Una aleación de 22 quilates se compone de 92% de Au, Ag 5% y el 3% Cu, mientras que una aleación de 20 quilates contiene 84% de Au, Ag y 10.8% 3.5% Cu.

### **INVERSIÓN**

El oro tiene cualidades únicas que mejoran la gestión de riesgos y la preservación del capital para los inversores institucionales y privados de todo el mundo. La investigación ha demostrado que una asignación modesta de oro hace una valiosa contribución a la realización de una cartera mediante la protección contra el riesgo a la baja sin reducir los rendimientos a largo plazo.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Estas cualidades se consideran especialmente importantes durante los períodos de estrés financiero, gracias a la eficacia del oro en la estabilización de los rendimientos y de la protección del capital ya que es independientemente del entorno económico.

Hoy en día, la inversión en oro representa alrededor de un tercio de la demanda mundial. Esta demanda se compone de la propiedad directa de las barras y monedas, o participación indirecta a través de Exchange Traded Funds (ETFs) y productos similares.

**BANCOS CENTRALES**

El comportamiento de los bancos centrales con respecto al oro ha cambiado radicalmente en los últimos años. Esto refleja una combinación de desaceleración de las ventas de los bancos centrales europeos y las grandes compras de los países de mercados emergentes de América Latina, el Medio Oriente y Asia. Desde 2010, los bancos centrales han sido compradores netos de oro, y su demanda ha aumentado rápidamente, pasando de menos del dos por ciento de la demanda total mundial en 2010 al 14 por ciento en 2014. Este cambio de comportamiento es un claro reconocimiento de los beneficios que puede traer el oro a una cartera de reserva. Algunos bancos han comprado oro para diversificar sus carteras, en especial de los activos denominados en dólares, con los que el oro tiene una fuerte correlación negativa. Otros han comprado oro como una cobertura contra riesgos de cola o por sus características a la inflación de cobertura (el oro tiene una larga historia de mantener su poder adquisitivo).

El oro juega un papel destacado en la gestión de activos de reserva, ya que es uno de los pocos activos que es universalmente permitido por las directrices de inversión de los bancos centrales del mundo. Esto es en parte debido al mercado del oro es profundo y líquido, que es una característica clave requerida por los administradores de activos de reserva.

**TECNOLOGÍA**

Alrededor del nueve por ciento de la demanda mundial del oro es para aplicaciones técnicas. La industria de la electrónica representa la mayor parte de esta demanda, donde la conductividad del oro y la resistencia a la corrosión lo convierten en el material de elección para los fabricantes de componentes de alta especificación. Además, por poseer una excelente biocompatibilidad este metal podría ser utilizado en la rama de la odontología.

Más allá de la electrónica y la odontología, el oro se utiliza en una variedad de industrias de alta tecnología, en entornos complejos y difíciles, incluyendo la industria espacial y en las pilas de combustible. Propiedades catalíticas del oro



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

también están empezando a crear una demanda dentro del sector de la automoción, ya que el metal se ha demostrado ser una alternativa comercialmente viable a otros materiales en los convertidores catalíticos, y dentro de la industria química.

Actualmente se están investigando nuevas aplicaciones del oro para el cuidado de la salud a través de la nanotecnología, área que se encuentra en expansión. Mientras que esta demanda es, por el momento, pequeña en términos de tonelaje, el creciente número de patentes que se publican en relación con la nanotecnología del oro sugiere que muchas nuevas aplicaciones se desarrollarán en los próximos años.

Tabla 2.1: Principales sector demandantes del oro a nivel mundial

TONELADAS						
AÑO	JOYERÍA	BARRAS Y MONEDAS	ETF	TECNOLOGÍA	BANCOS CENTRALES	TOTAL
2005	2.721,0	418,1	211,1	440,4	-663,4	3.127,2
2006	2.301,4	429,8	258,5	471,7	-365,4	3.096,0
2007	2.424,9	437,5	258,8	477,7	-483,8	3.115,1
2008	2.306,2	917,9	324,0	464,7	-235,4	3.777,3
2009	1.816,3	832,3	644,2	414,4	-33,6	3.673,7
2010	2.051,5	1.201,8	421,1	459,9	79,2	4.213,3
2011	2.090,5	1.493,4	236,4	427,0	480,8	4.728,1
2012	2.135,6	1.299,9	306,3	379,1	569,3	4.690,3
2013	2.670,7	1.702,0	-916,0	354,1	625,5	4.436,3
2014	2.457,2	1.004,4	-183,8	346,5	588,0	4.212,4

Fuente: [www.gold.org](http://www.gold.org)



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

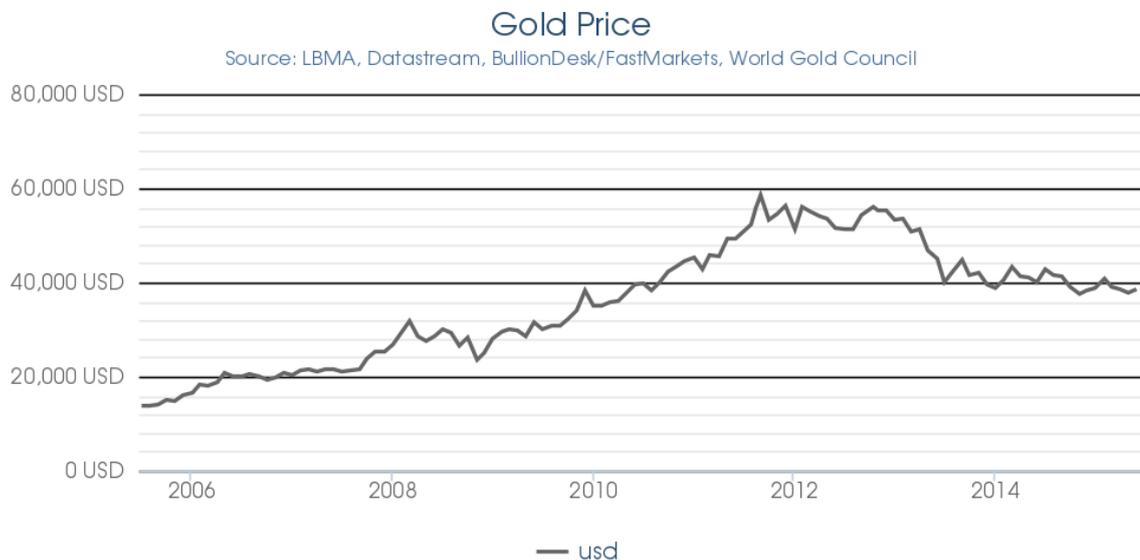


Figura 2.2: Fluctuación del precio del Oro en USD/Kg desde 2005-2015

Fuente: [www.gold.org](http://www.gold.org)

### 2.2.1.2. PLATA

La plata es un elemento químico de número atómico 47 situado en el grupo 11 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Ag (procede del latín: argentum, "blanco" o "brillante"). Sus principales propiedades son:

- Metal blanco brillante, más dúctil y maleable que el cobre, pero un poco menos que el oro.
- Sus conductividades eléctricas y térmicas son más altas que los de cualquier otro metal; su conductividad eléctrica es 8% más alta que la del cobre.
- Cuando solidificado en el aire, el metal presenta una superficie de ampollas a causa de la liberación de oxígeno disuelto.

### APLICACIONES

La plata tiene innumerables aplicaciones en el arte, la ciencia, la industria y otras áreas. Sin embargo, la demanda de plata se divide en tres categorías importantes: la plata en la industria, la inversión, y la joyería de plata y decoración. Juntas, estas tres áreas representan más del 95% de la demanda anual de plata. En 2010, se utilizaron 487,4 millones onzas de plata para aplicaciones industriales, mientras que más de 167,0 millones de onzas de plata



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

estaban comprometidos con la joyería y 101,3 millones de onzas fueron utilizados en las monedas y medallas.

- El uso final más importante para la plata en términos de volumen se encuentra en aplicaciones industriales. Contactos de plata no aleados y aleados se utilizan en aplicaciones eléctricas, y relés de plata no aleados y los contactos se utilizan en aplicaciones electrónicas.
- Como aleación influye positivamente en las propiedades de las aleaciones de soldadura que se utilizan para unir metales y cerámicas diversos, por ejemplo en los refrigeradores, hojas de sierra, radiadores o motores eléctricos.
- Joyería y platería representan alrededor del 20% de la demanda total mundial.
- Fotografía sigue siendo una aplicación, aunque esto ha sido sustituido en gran medida por la fotografía digital.
- El metal se utiliza en los espejos (plateado) y en la odontología.
- La plata también se utiliza como un catalizador en la producción de óxido de etileno y formaldehído.
- El óxido de  $\text{Ag}_2\text{O}$  se utiliza en la fabricación de pilas de botón.
- En placas de plata, se hace uso de soluciones de cianuro de plata. Sales de plata han encontrado algunas aplicaciones debido a su acción bactericida.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 2.2: Demanda y oferta de la plata

TABLE 1 - WORLD SILVER SUPPLY AND DEMAND

(million ounces)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Supply</b>										
Mine Production	639.9	643.3	666.6	682.7	716.3	751.2	755.3	789.3	835.3	877.5
Net Government Sales	65.9	78.5	42.5	30.5	15.6	44.2	12.0	7.4	7.9	-
Scrap	203.4	207.1	204.2	202.0	201.2	227.5	261.5	255.5	192.7	168.5
Net Hedging Supply	45.9	-11.6	-24.1	-8.7	-17.4	50.4	12.2	-47.1	-35.4	15.8
<b>Total Supply</b>	<b>955.1</b>	<b>917.2</b>	<b>889.2</b>	<b>906.6</b>	<b>915.6</b>	<b>1,073.3</b>	<b>1,041.1</b>	<b>1,005.2</b>	<b>1,000.5</b>	<b>1,061.8</b>
<b>Demand</b>										
Jewelry	187.6	175.2	182.9	178.2	177.5	190.7	188.8	186.3	212.1	215.2
Coins & Bars	51.6	48.7	51.2	187.3	87.5	143.3	210.6	138.0	243.6	196.0
Silverware	68.3	62.1	60.2	58.4	53.2	51.6	47.2	43.7	58.8	60.7
Industrial Fabrication	639.1	646.7	659.2	654.1	542.2	645.1	628.3	595.2	597.9	594.9
...of which Electrical & Electronics	229.7	242.3	262.5	271.7	227.4	301.2	290.8	267.0	266.2	263.9
...of which Brazing Alloys & Solders	52.6	54.7	58.3	61.6	53.6	60.9	62.7	60.6	63.1	66.1
...of which Photography	160.3	142.2	117.0	98.2	76.4	66.8	59.1	52.1	48.0	45.6
...of which Photovoltaic	7.3	8.9	12.5	25.0	30.1	50.7	69.1	60.5	55.8	59.9
...of which Other Industrial	189.2	198.6	209.0	197.7	154.7	165.5	146.6	155.0	164.7	159.4
Physical Demand	946.5	932.8	953.6	1,078.0	860.4	1,030.7	1,074.8	963.2	1,112.4	1,066.7
<b>Physical Surplus/Deficit</b>	<b>8.5</b>	<b>-15.5</b>	<b>-64.4</b>	<b>-171.5</b>	<b>55.3</b>	<b>42.6</b>	<b>-33.8</b>	<b>41.9</b>	<b>-111.9</b>	<b>-4.9</b>
ETF Inventory Build	-	126.8	54.8	101.3	156.9	129.5	-24.0	55.1	1.6	1.4
Exchange Inventory Build	15.9	-9.0	21.5	-7.1	-15.3	-7.4	12.2	62.2	8.8	-8.9
<b>Net Balance</b>	<b>-7.4</b>	<b>-133.4</b>	<b>-140.6</b>	<b>-265.7</b>	<b>-86.4</b>	<b>-79.4</b>	<b>-21.9</b>	<b>-75.4</b>	<b>-122.3</b>	<b>2.6</b>
Silver Price, \$ per oz.	7.31	11.55	13.38	14.99	14.67	20.19	35.12	31.15	23.79	19.08

© GFMS, Thomson Reuters / The Silver Institute

Fuente: [www.silverinstitute.org](http://www.silverinstitute.org)

### 2.2.1.3. COBRE

El nombre 'cobre' deriva de los romanos y su explotación minera fue en Chipre, donde el metal se llamaba cyprium, que se convirtió más tarde para Cuprum. Las principales propiedades son:

- El cobre es el más conocido por su muy buena conductividad eléctrica.
- Además del oro, el cobre es el único metal que tiene un color claro, específico.
- Su color natural es de color rosa salmón, pero a menudo parece estar roja debido a la oxidación superficial.

### APLICACIONES

- Aplicaciones eléctricas y electrónicas.
- Las aleaciones de cobre se utilizan en muchas aplicaciones, tales como tuberías, intercambiadores de calor, accesorios para edificios, objetos de cobre y latón, radiadores de automóviles, y cubas cervecera.



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

- Algunas de las aleaciones de cobre más populares son con zinc, estaño, aluminio, plata y níquel.
- Las sales de cobre se utilizan para combatir ciertos hongos en la viticultura, debido a sus propiedades fungicidas y bactericidas.
- Ciertas combinaciones que contienen óxidos de cobre, tierras alcalinas (calcio, estroncio, bario) y las tierras raras (itrio) se utilizan en superconductores.

### 2.2.1.4. PLATINOIDES

Platinum Grupo Metales (PGMs) consiste en seis metales en blanco y plata: platino, paladio, rodio, rutenio, iridio y osmio. Se los encuentran juntos en la naturaleza y se producen a partir del mismo mineral. Se extraen principalmente en África del Sur, Rusia y América del Norte.

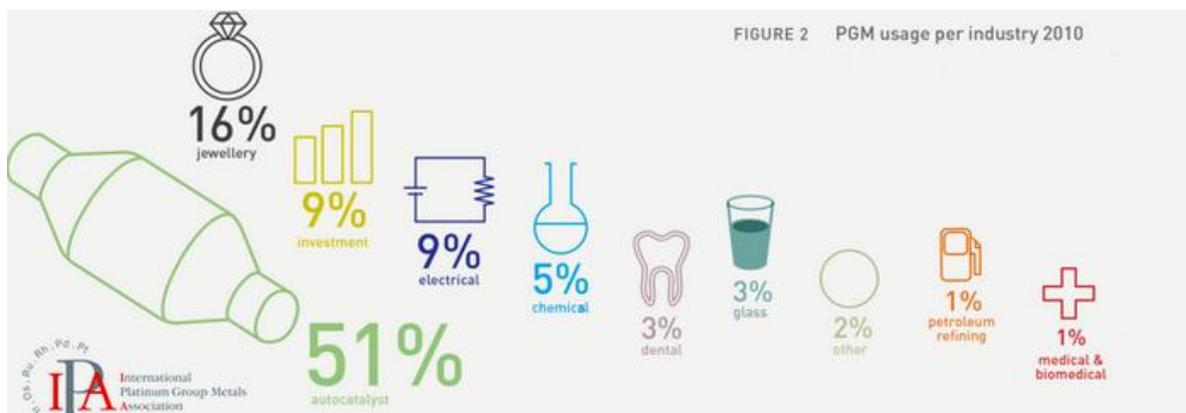


Figura 2.3: Porcentaje de PGM utilizado en la industria de 2010

Fuente: [www.ipa-news.com](http://www.ipa-news.com)

### 2.2.1.5. PLATINO

Es difícil hasta la fecha el descubrimiento de platino. Las primeras muestras fueron traídas de Ecuador por el español Ulloa en la mitad del siglo 18. Sus principales propiedades son:

- Un metal blanco-plata atractivo, maleable, dúctil y muy pesado.
- Generalmente endurecido mediante aleación con iridio.
- Su coeficiente de expansión térmica ( $9 \times 10^{-6}$  por  $^{\circ}\text{C}$ ) es muy cercana a la de ciertos metales, por lo que se puede soldar fácilmente.
- Propiedades catalíticas.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Un alto punto de fusión y una buena resistencia a la corrosión.

**APLICACIONES**

- La mayor aplicación para el platino es en catalizadores de automóviles, donde se usa en combinación con paladio y, de vez en cuando, con rodio.
- La Joyería representa cerca del 30% del consumo de platino.
- Alto punto de fusión y una buena resistencia a la corrosión, el platino se utiliza para materiales de laboratorio.
- Platino, solo o aleado con rodio, se utiliza como un material de matriz de estirado en la fabricación de vidrio de alto grado, tal como se utiliza, por ejemplo, en la fabricación de diodos electroluminiscentes.
- Electrodo de platino se utilizan en las pilas de combustible y recubrimientos de aleación de platino en los discos duros de los ordenadores.
- Gasas de platino se utilizan como catalizadores en la producción de ácido nítrico y amoníaco así como en la síntesis del ácido cianhídrico. También se emplea en la industria farmacéutica como un selectivo agente de hidrogenación.
- Desde la aparición de los fondos cotizados (ETFs), el platino se ha utilizado cada vez más como posibilidad para la inversión.

**2.2.1.6. PALADIO**

- Metal blanco que se asemeja a platino.
- Tiene la masa volumétrica más baja y el punto de fusión más bajo de todos los metales del grupo del platino (PGM).
- Capaz de absorber, a temperatura ambiente, 600 a 900 veces su propio volumen de hidrógeno, dependiendo de su estado físico. Esta capacidad es probablemente debido a la formación de una solución sólida entre el metal y su propio Pd<sub>2</sub>H hidruro.
- El Hidrógeno a una ligera presión se difunde en paladio, que permite su purificación a partir de los gases que se acompañan.

**APLICACIONES**

- La aplicación más importante de paladio es en catalizadores de post-combustión de los vehículos. Es el mejor convertidor de hidrocarburos no quemados, y el riesgo de pérdida de capacidad a través de la intoxicación por el azufre y el plomo presente en los combustibles se ha reducido considerablemente en la actualidad.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Tiene importantes aplicaciones en los campos de la electricidad y la electrónica, por ejemplo, en Multi-Layer Condensadores cerámicos (MLCC), utilizados en ordenadores y teléfonos móviles.
- El Paladio actúa como un catalizador en la industria petroquímica (hidrocraqueo), en la producción de ácido tereftálico y en la purificación de peróxido de hidrógeno.
- Difusores a base de paladio se utilizan en la purificación de hidrógeno.
- El paladio se utiliza comúnmente en aplicaciones de joyería.
- Desde la aparición de los fondos cotizados (ETFs), el paladio se utiliza cada vez más como un vehículo de inversión.

### 2.2.1.7. NIQUEL

Presenta las siguientes propiedades:

- Un metal gris plateado que es difícil, duro, maleable y dúctil.
- Ferromagnética (punto de Curie, 353 ° C).
- Su conductividad eléctrica es de aproximadamente una sexta parte de la de cobre.
- El níquel es un metal portador para metales del grupo del platino.

### APLICACIONES

- La mayor aplicación de níquel está en aceros inoxidables austeníticos, que se utilizan en la industria química, construcción mecánica, arquitectura (para aplicaciones internas y externas) y artículos para el hogar (cubiertos, fregaderos, sartenes, etc.).
- Capas delgadas de níquel también se utilizan para la decoración o efectos anti-corrosión, o como sustrato para una fina capa de cromo (por ejemplo, en Grifos, llaves y accesorios) o de oro (en joyería y electrónica).
- Cupro-aluminios que contienen níquel presentan una excelente resistencia a la corrosión en agua de mar y se utilizan para hacer propulsores, bombas, compuertas, etc.

El níquel se utiliza como material activo en NiCd, NiMH y las baterías recargables de ion-litio.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**2.3. MERCADO COMPETIDOR**

Con el fin de hacer una evaluación que sea representativa para el desarrollo de este proyecto se tendrán en cuenta los principales mercados del mundo en cuanto al acopio, desensamble y selección de materiales provenientes de RAEE's, tanto en Latinoamérica como en el resto del mundo.

En la figura 2.2 se puede observar la cantidad de RAEE que es generado, la legislación vigente y las empresas registradas para la gestión de estos residuos en Latinoamérica.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**



Figura 2.4: Situación de la gestión de RAEE en América Latina (2010)  
Fuente: [www.cbd.int/cop10/](http://www.cbd.int/cop10/) - Convenio sobre la diversidad biológica-

Para el caso de Argentina, donde centrará especial atención, son muy pocos los centros formales habilitados para el tratamiento correcto de este tipo de residuos, en lo que sigue se describe de forma abreviada la situación actual de cada uno de los gestores inscriptos de RAEE.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**2.3.1. CASO DE SILKERS SA**

Silkers SA es una empresa que tiene unos 18 años en el mercado de RAEE, siendo una de las que más experiencia cuenta en la gestión de RAEE de informática, telecomunicaciones y electrónica de consumo.

- Tipo de empresa: familiar en formato S.A.
- Planta de procesamiento de RAEE: en el Parque Industrial Quilmes, con una superficie de 12.500 metros cuadrados, con dos naves industriales.
- Empleados: 25 operarios y 3 administrativos.
- Horario de trabajo: lunes a viernes de 8 a 17 hs.
- Capacidad de procesamiento: 200 toneladas de RAEE por mes.
- Logística: 3 camionetas, y subcontrata camiones semis para grandes cargas.
- Habilitaciones: Generador y Operador a nivel Nacional; Generador Provincia de Buenos Aires, permiso municipal.
- Acuerdos internacionales: con Umicore Recycling Soluciones y Aurubis AB, y relaciones pasadas con New Boliden y Xstrata.
- Equipos: molino triturador con cinta transportadora, mesa de desmontaje con destornilladores neumáticos y equipamiento de perforación, corte, etc.
- Principales clientes: HP, Telefónica/Movistar, BGH, Motorola, Samsung, LG.
- Otros: compra plaquetas desmontadas de cooperativas.
- Fortalezas: Trayectoria de casi 20 años, alto conocimiento del mercado de RAEE y los principales actores, conocimiento de cadena de valor de RAEE, buenos vínculos comerciales con compradores de chatarra ferrosa, no ferrosa, plásticos y exportación de plaquetas.
- Debilidades: Siendo el líder del mercado no ha ido agilizando procesos ni buscando certificaciones que le permitiera responder a requerimientos o auditorías de los OEM.

**2.3.2. CASO DE INDUSTRIAS DALAFER SA**

Industrias Dalafer SA es una empresa que tiene unos 29 años en el mercado del reciclado y fundición de cobre/bronces y chipeado de aluminio, a los cobres agregó en los últimos años la gestión de RAEE, siendo una de las que más experiencia cuenta en la gestión de RAEE de informática, telecomunicaciones y electrónica de consumo.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Tipo de empresa: familiar, manejada para la segunda generación, en formato S.A.
- Planta de procesamiento de RAEE: en Quilmes Oeste, de 7.500 m<sup>2</sup>, a lo que se agregan dos fundiciones de cobre y bronce.
- Empleados: entre las tres plantas unos 70 empleados.
- Horario de trabajo: lunes a viernes de 8 a 19 hs.
- Capacidad de procesamiento: 100 toneladas de RAEE por mes más unos 300 toneladas de cables, scrap de cobres y bronce, UBC y aluminios duros.
- Logística: 4 camiones con hidrogrúa y camiones playos.
- Habilitaciones: Generador y Operador a nivel Nacional; Generador Provincia de Buenos Aires, permiso municipal.
- Acuerdos internacionales: Aurubis AB y Toxco Inc.
- Principales clientes: Telecom, Telefónica, Edenor, Edelap.
- Otros: compra plaquetas desmontadas de cooperativas.
- Fortalezas: Transformación, fundición y refinado del scrap, capacidad financiera, inversiones en equipos de procesamiento, logística propia, conocimiento del mercado, acuerdo con grandes generadores.
- Debilidades: Percepción en el mercado de falta de procesos, cobro de costos altos para todo lo que no sea rico en cobre, modo poco claro de fijación de precios, antecedentes en algunas operaciones con cobre de origen hurtado.

### 2.3.3. CASO DE SCRAP Y REZAGOS SRL / COMPUCANJES

Scrap y Rezagos es una empresa que pertenece a una sociedad empresaria, y forma parte de la empresa líder en re-venta de equipos de Informática usados Compucanjés SA, con más de 12 años de experiencia en el mercado.

- Tipo de empresa: Sociedad de Responsabilidades Limitada.
- Planta de procesamiento de RAEE: en la Calle Ecuador N° 462, Ciudad de Buenos Aires.
- Empleados: 10 empleados en el área de gestión de RAEE.
- Horario de trabajo: lunes a viernes de 8 a 19 hs.
- Capacidad de procesamiento: 50 aprox. toneladas de RAEE por mes, aunque gran parte del material lo revenden a través de Compucanjés.
- Logística: 2 vehículos propios de entrega de equipos usados y retiro de RAEE.
- Habilitaciones: Generador y Operador a nivel Nacional; Certificado de Aptitud Ambiental CABA.
- Acuerdos internacionales: con Metalor de Suiza.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Equipos: equipos de alta tecnología para verificar funcionalidad de PC, notebooks, monitores e impresoras, recarga de equipos, reparación y re manufactura.
- Principales clientes: Municipios, gobiernos, usuarios en general.
- Fortalezas: Re manufactura, reparación y reventa de equipos. Alto conocimiento técnico de los equipos. Capacidad de recupero de piezas importantes.
- Debilidades: Rechazado por OEM por uso de piezas, equipos y componentes para la reventa posterior. Poco manejo del mercado de chatarras.

**2.3.4. CASO DE GESTIÓN AMBIENTAL ACE Y ECOWASTE SUDAMERICANA SA**

Gestión Ambiental ACE y EcoWaste Sudamericana SA pertenecen a un par de grupos de ingeniería y servicios ambientales conformado por el Grupo Disab Sudamericana (AES-Disab, Labortorio Fix Sudamericana y RDC) y Limpia Buenos Aires (empresas de limpieza de oficinas y comercios). Son empresas que prestan servicios a compañías de primera línea como Shell, Exxon Mobile, Petrobras, CONOCO, Coca Cola, etc., acostumbradas a brindar servicios ambientales con profesionales altamente calificados

- Tipo de empresa: Agrupación de Colaboración Empresaria.
- Planta de procesamiento de RAEE: Benjamín J. Lavaisse, Dársena Sur, Puerto Madero (Jurisdicción Nacional).
- Empleados: 8 dedicados a RAEE, Grupo: más de 100 profesionales y más de 300 empleados en personal de limpieza.
- Horario de trabajo: lunes a viernes de 8 a 16 hs.
- Capacidad de procesamiento: 80 toneladas de RAEE por mes.
- Logística: 3 camionetas, y subcontrata camiones semis para grandes cargas.
- Habilitaciones: Generador y Operador a nivel Nacional; IMGD; habilitación de Operador de residuos peligrosos, pilas, baterías y RAEE.
- Acuerdos internacionales: con TES AMM, SNAM y Aurubis AB.
- Equipos: molino triturador con cinta transportadora, mesa de desmontaje con destornilladores neumáticos y equipamiento de perforación, corte, etc.
- Principales clientes: Ministerios del Gobierno Nacional, Aduanas, desechos de Puertos, empresas varias.
- Fortalezas: empresa de ingeniería y servicios ambientales, contando con la mayor cantidad de permisos y habilitaciones, fuerte en procedimientos y



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

trazabilidad, laboratorio propio, muy buen vínculo con Autoridades Ambientales y Portuarias Nacionales.

- Debilidades: corta trayectoria en el mercado de RAEE.

### 2.3.5. 3R AMBIENTAL SA

Esta empresa es un emprendimiento de un Plan de Negocios: 3R Ambiental y Techno Consult sellan alianza estratégica para la provisión de servicios de consultoría y desarrollo de soluciones de ingeniería en el campo de las tecnologías verdes. En febrero 2010, la empresa inicia sus operaciones en la Ciudad de Córdoba. El Departamento de Electrónica de la UNC y 3R Ambiental firman carta de intención para la implementación del Programa de Reciclado de Computadoras.

- Tipo de empresa: Sociedad Anónima.
- Planta de procesamiento de RAEE: Ruta 9 Km 12,5, Juárez Celman, Córdoba.
- Empleados: 6.
- Horario de trabajo: lunes a viernes de 8 a 16 hs.
- Capacidad de procesamiento: 40 toneladas mes.
- Logística: 3 camionetas, y subcontrata camiones semis para grandes cargas. .
- Habilitaciones: Generador y Operador a nivel Nacional en trámite.
- Acuerdos internacionales: con Umicore, pero con permiso en trámite.
- Equipos: desmontaje manual y triturador primario.
- Principales clientes: Universidades y gobierno de Córdoba.
- Fortalezas: empresa nueva, con perfil técnico, fuerte en procedimientos y trazabilidad y presencia territorial en Córdoba para trabajar en el interior de Argentina. Basada en plan de negocios.
- Debilidades: corta trayectoria en el mercado de RAEE.

## 2.4. MERCADO DISTRIBUIDOR

Por ser el objetivo principal de este proyecto el acopio y desensamble de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, para generar una valorización de los materiales reciclados que los componen, no estamos frente a un producto de consumo masivo ni en condiciones de llegar a manos de los consumidores. Estos tipos de productos son la materia prima para la fabricación de otros como puede ser por ejemplo el vidrio que se obtiene de las computadoras, el cual puede ser



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

utilizado como materia prima para la fabricación de botellas de vidrio. Por tales motivos es que el mercado distribuidor no juega un papel relevante a la hora de realizar el análisis, sino que simplemente los fabricantes se contactarán con la empresa para realizar las ordenes de pedido y posteriormente se procederá a la entrega de la materia prima.

## **2.5. CONCLUSIÓN**

Por todo lo expuesto anteriormente y basándonos en una proyección a mediano y largo plazo del aumento en la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE's) podemos decir que nos encontramos frente a un proyecto fructífero, debido principalmente al bajo número de recicladoras autorizadas y a la gran disponibilidad de materia prima, además del gran número de compradores de rezagos eléctricos y electrónicos, los cuales buscan mezclar las chatarras con material virgen en medidas variables para producir lingotes, rodillos o planchas de material de alta pureza. Para ello, requieren de empresas operadores de residuos con procesos automatizados de separación de componentes, clasificación y acondicionamiento para la venta como insumos de nuevos procesos.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL

**PLANTA DE ACOPIO Y DEENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Ingeniería Industrial

**Proyecto Final**

# INGENIERÍA DE PROYECTO





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**CAPÍTULO 3: INGENIERÍA DE PROYECTO**

El estudio de Ingeniería del proyecto aporta los datos técnicos y económicos que faciliten establecer sus costos de construcción y explotación. Deben identificarse problemas de carácter técnico en la ejecución o aquellos que limiten la concreción del proyecto. En esta etapa de estudio se definirán las tecnologías, localización, tamaño, los requerimientos de mano de obra, insumos y funcionamiento del proyecto.

Se comienza la ingeniería de proyecto indicando cuáles serán los equipos que se incorporaran al proyecto en cuestión.

**3.1. TASA DE VALORIZACIÓN**

A continuación se realiza la clasificación de los RAEE con respecto a la tasa de reciclaje y reutilización y por otro lado la tasa de valorización en porcentaje, con el fin de seleccionar los RAEE's que se incorporarán a la cadena de valor.

Para el cálculo de los porcentajes se utilizarán las siguientes fórmulas:

**TASA DE RECICLADO Y REUTILIZACIÓN**

$$= \frac{\text{Total de RAEE's tratados} - \text{Material Vertido} - \text{Recuperación Energética}}{\text{Total de RAEE's tratados}}$$

Siendo:

- Total de RAEE's tratados: toneladas métricas de Residuos que serán tratados para su desensamble y valorización.
- Material Vertido: toneladas métricas de residuos con destino a disposición final.
- Recuperación Energética: obtención de energía a través de la incineración de residuos, en hornos cementeros o realizados por empresas que buscan reemplazo para el petróleo.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA  
TASA DE VALORIZACIÓN**

$$= \frac{\text{Total de RAEE's tratados} - \text{Material vertido}}{\text{Total de RAEE's tratados}}$$

Tabla 3.1: Tasa de Valorización

RAEE'S ANALIZADOS	REUTILIZACIÓN Y RECICLADO %	VALORIZACIÓN %
Grandes Electrodomésticos	50%	65%
Pequeños Electrodomésticos	70%	72%
Heladeras	55%	75%
Lavarropas	55%	60%
Monitores y TV c/ TRC	85%	95%
Computadoras	85%	90%
Celulares	50%	75%
Aparatos de Alumbrado	90%	95%

Fuente: elaboración propia a partir de investigación primaria.

En la Tabla 3.1 precedente se pueden observar los distintos valores de las tasa de reutilización, reciclado y valorización de los aparatos que se seleccionaron al azar de cada línea, lo que nos permite concluir cuáles serán los RAEE's en los que se centrará este estudio. Eligiendo entre ellos aquellos que superen el 60% en cuanto a la tasa de reutilización y reciclado y el 80% en cuanto a la tasa de valorización residual. Por lo tanto serán incluidos en el estudio de pre-factibilidad los siguientes residuos:

- Monitores y Televisores c/ TRC
- Computadoras incluyen (CPU, teclado y mouse)
- Aparatos de alumbrado



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**3.2. DESCRIPCIÓN DE LÍNEAS Y SUS COMPONENTES**

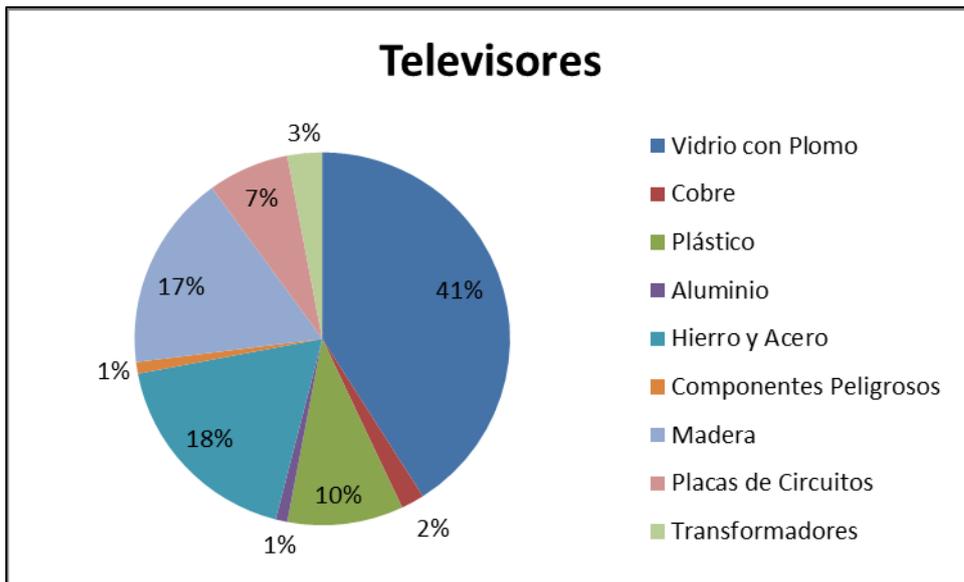


Figura 3.1: Composición de los Televisores

Fuente: elaboración propia a partir de investigación primaria

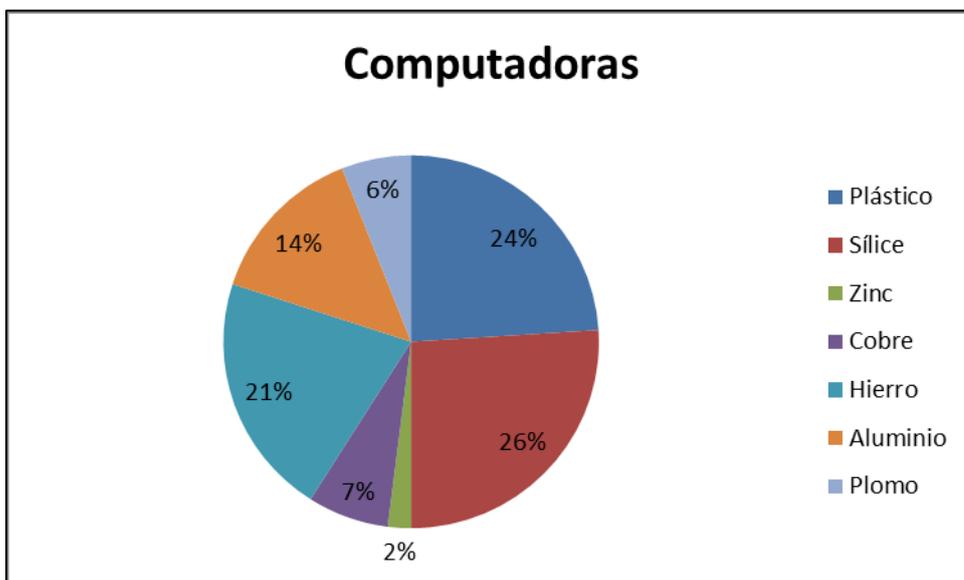


Figura 3.2: Composición de las Computadoras

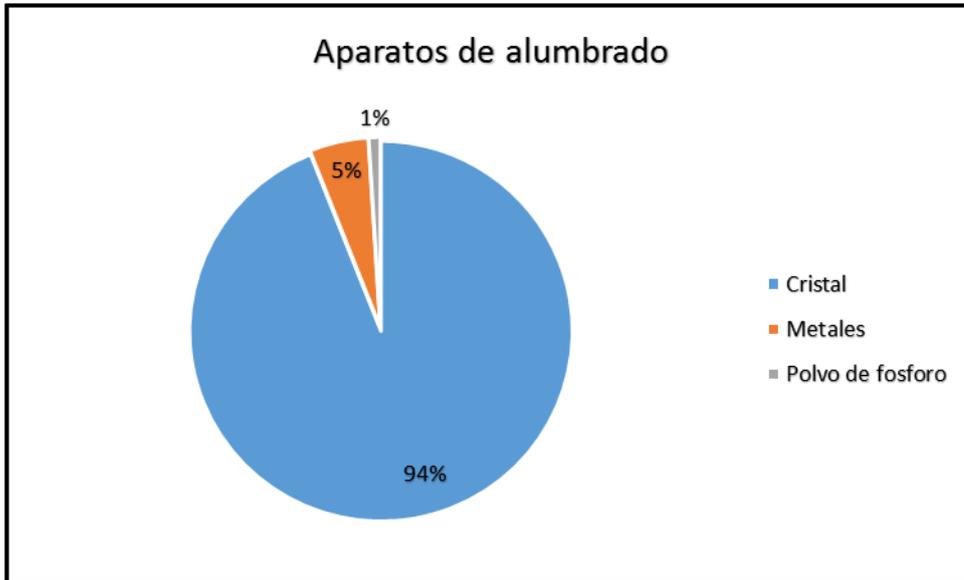
Fuente: elaboración propia a partir de investigación primaria



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Figura 3.3: Composición de Aparatos de Alumbrado

Fuente: elaboración propia a partir de investigación primaria



3.2.1. MATERIALES QUE COMPONEN UN MONITOR TRC TIPO ESTÁNDAR

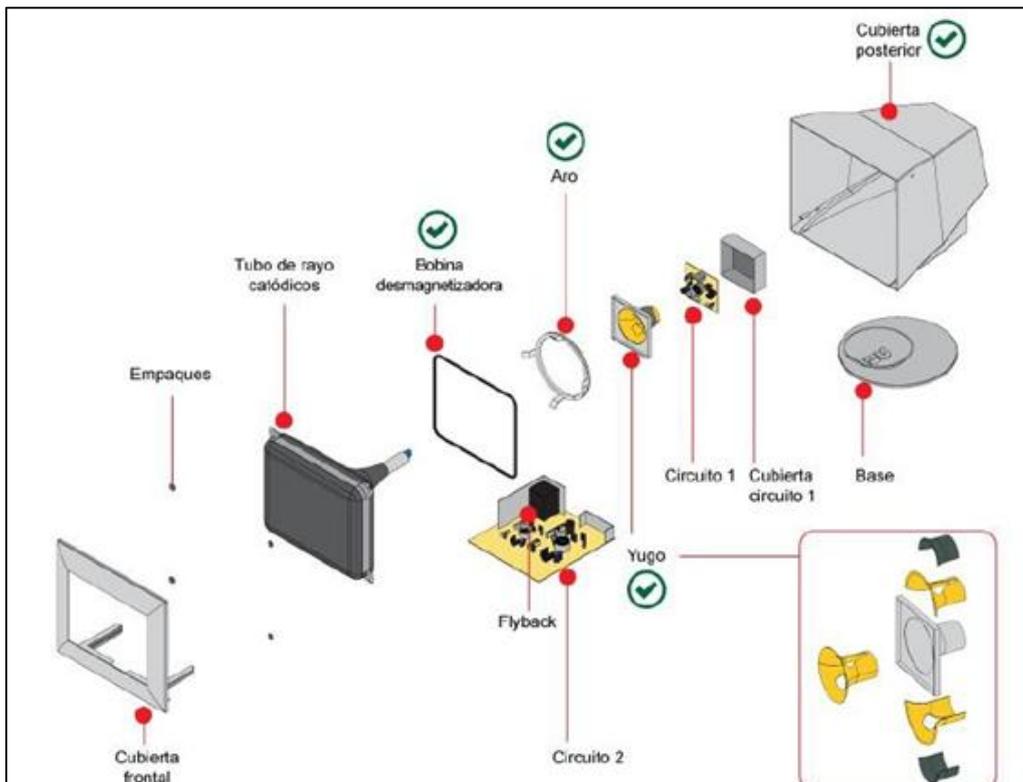


Figura 3.4: Diagrama Explotado de un monitor

Fuente: nataliam1326.blogspot.com.ar/04-2014 – Ensamble y desensamble de un computador



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 3.2: Porcentaje en peso de materiales que componen una PC.

Materiales	Porcentaje en Peso
Cables	1.04
Plásticos	12.52
Hierro	11
Cobre	7
Níquel	2.61
Vidrio cono	35.02
Vidrio Pantalla	21.37
Condensadores	0.15
Polvo Fosforescente	0.23
Asimilable a basura	9.06
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: Informe de la Universidad Mayor de San Andrés

**3.2.2. COMPONENTES DE UN COMPUTADOR TIPO (TECLADO, CPU, PLACA MADRE Y MOUSE)**



Figura 3.5: Composición de un Teclado

Fuente: [nataliam1326.blogspot.com.ar/04-2014](http://nataliam1326.blogspot.com.ar/04-2014) – (ensamble y desensamble de un computador)



PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

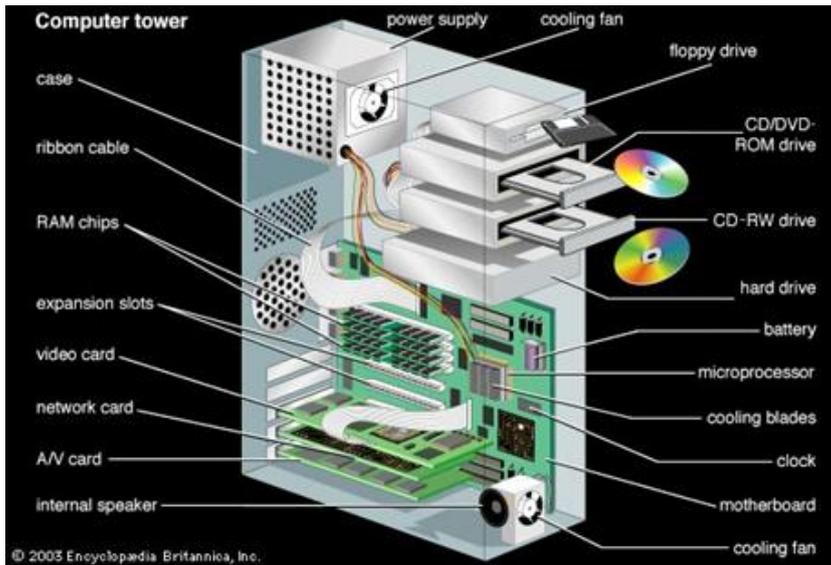


Figura 3.6: Composición de un PC.

Fuente: [www.siste.com.ar/serv023](http://www.siste.com.ar/serv023)

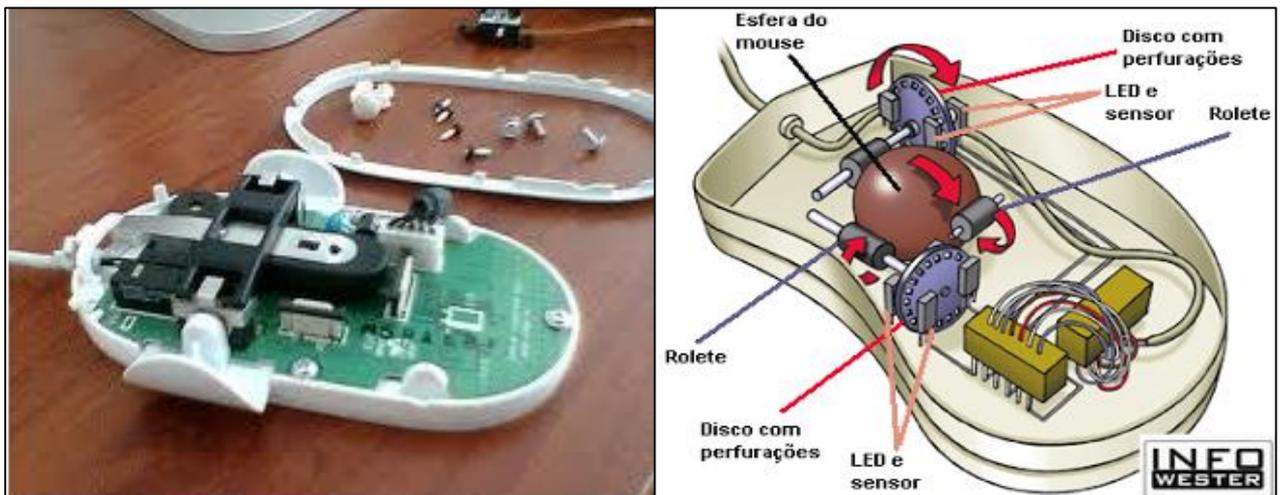


Figura 3.7: Composición de un mouse.

Fuente: [nataliam1326.blogspot.com.ar/04-2014](http://nataliam1326.blogspot.com.ar/04-2014) – (ensamble y desensamble de un computador)



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

3.2.3. MATERIALES QUE COMPONEN UN COMPUTADOR ESTÁNDAR

Tabla 3.3: Componentes de un computador.

NOMBRE	% RESPECTO DEL PESO	USO / EMPLAZAMIENTO
Plástico	22.9907	Con elementos orgánicos y óxidos distintos de la sílice
Plomo	6.2988	Juntas metálicas, escudo antirradiación/tubo catódico, PWB
Aluminio	14.1723	Estructura, conductividad/carcasa, TC, PWB, conectores
Germanio	0.0016	Semiconductor/ PWB
Galio	0.0013	Semiconductor/ PWB
Hierro	20.4712	Estructura, magnetismo/carcasa (acero), TC, PWB
Estaño	1.0078	Juntas de metal/PWB, tubo catódico
Cobre	6.9287	Conductividad/ tubo catódico, PWB, conectores
Bario	0.0315	Tubo de vacío/ tubo catódico
Níquel	0.8503	Estructura, magnetismo/carcasa (acero), TC, PWB
Cinc	2.2046	Pilas, emisor de fósforo/ PWB, tubo catódico
Tantalio	0.0157	Condensador/ PWB, alimentación
Indio	0.0016	Transistor, rectificadores/ PWB
Vanadio	0.0002	Emisor de fósforo rojo/ tubo catódico
Terbio	0	Activador de fósforo verde, impurificadora/ TC, PWB
Berilio	0.0157	Conductividad térmica/ PWB, conectores
Oro	0.0016	Conectividad, conductividad/ PWB, conectores
Europio	0.0002	Activador de fósforo/PWB
Titanio	0.0157	Pigmento; agente de aleación/ carcasa (aluminio)
Rutenio	0.0016	Circuito de resistividad / PWB
Cobalto	0.0157	Estructura, magnetismo/ carcasa (acero), TC, PWB
Paladio	0.0003	Conectividad, conductividad/ PWB, conectores



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Manganeso	0.0315	Estructura, magnetismo/ carcasa (acero), TC, PWB
Plata	0.0189	Conductividad / PWB, conectores
Antimonio	0.0094	Diodos/ carcacas, PWB, tubo catodico
Bismuto	0.0063	Agente humectante en pelicula gruesa / PWB
Cromo	0.0063	Decoración, endurecedor/ carcasa (acero)
Cadmio	0.0094	Pilas, emisor de fostro glugreen/ carcasa, PWB, TC
Selenio	0.0016	Rectificadores / PWB
Niobio	0.0002	Elemento soldador / carcasa
Itrio	0.0002	Emisor de fostro rojo / TC
Rodio	0	Conductor de pelicula gruesa / PWB
Platino	0	Conductor de pelicula gruesa / PWB
Mercurio	0.0022	Pilas, interruptores/ carcasa, PWB
Arsénico	0.0013	Agentes impurificadores en transistores / PWB
Sílice	24.8803	Cristal, dispositivos en estado solido/ TC, PWB

Fuente: Residuos Electrónicos – La Nueva Basura del Siglo XXI – Una amenaza, una oportunidad.

### 3.2.4. MATERIALES QUE COMPONEN LAS PLACAS IMPRESAS

Uno de los principales problemas relacionados al creciente desarrollo del mercado del consumidor de equipos eléctricos y electrónicos es, sin duda, la inmensa cantidad de desechos de este tipo que se encuentran prácticamente sin destino cierto en hogares, oficinas, negocios y otros. Estos artefactos en desuso son de una variedad increíble, por cuanto el desarrollo técnico y tecnológico ha convertido al hombre en un ser consumidor de energía, y por ende, de aparatos que la utilizan. Sin lugar a dudas, los países de un desarrollo débil, no se quedan a un lado de la problemática descrita; muy al contrario, al no existir en estos países una política clara y efectiva para el manejo de estos desechos, estos países se convierten en basureros de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), con los consiguientes problemas que esto conlleva.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

La situación del tratamiento y aprovechamiento de estos desechos, a nivel nacional, se encuentra en estado naciente; pocas organizaciones nacionales han puesto interés en el desarrollo de procedimientos y tecnologías para una adecuada gestión de estos artefactos y ya se nota preocupación, en especial por parte de empresas, sobre cómo “deshacerse” de activos que ya no son más necesarios; de acuerdo a normativas generales, las empresas recolectoras de basura no pueden aceptar estos desechos, con lo que el problema va en crecimiento.

Un equipo de computación consiste en: una carcasa metálica con una parte de plástico acrílico, que sirven de “envoltura” para todos los accesorios que el computador lleva dentro. La carcasa metálica es fabricada comúnmente de acero para perfiles rectangulares (con bajo contenido de carbono); esta carcasa sirve de sostén para los diferentes accesorios internos del computador, incluyendo la fuente de poder. Dentro de la carcasa se sujetan diferentes circuitos impresos, unidos por una cantidad significativa de cables; en cada circuito impreso se encuentra otra infinidad de componentes electrónicos (contactos, placas, micro esquemas, resistencias, condensadores).

El material de los cables es generalmente cobre y un revestimiento plástico.

Por otro lado, los circuitos impresos generalmente están hechos de una matriz de fibra de vidrio (70% de la masa de estos circuitos); Cu, Fe, Ni, Zn, Sn, Pb (30% en total); Au (0,01-0,1%); Ag (0,03-0,3 %); Pd (0,005-0,03%). Sobre los componentes cerámicos a base de titanato de bario ( $BaTiO_3$ ) se encuentra una considerable cantidad de plata: Ag (2-5 %); sobre las superficies cerámicas: Au (0,08 %), Ag (0,05-0,2 %), Pd (0,03-0,15 %); Cu, Sn, Pb, Fe, Zn en pequeñas cantidades, con el resto en forma de  $Al_2O_3$  (casi el 99%).

Las partes metálicas en general están compuestas por bronce en un 60%, donde el cobre en sí alcanza una proporción del 75-90%; también está presente el hierro, hasta un 30% del total. Estas partes metálicas tienen recubrimientos de Au (0,05-1,0 %), de Ag (0,2-0,4 %), Pd (0,1-1,0) y Pt (0,02-0,5 %). Estos últimos metales se encuentran en forma de aleaciones y en capas extremadamente finas.

Si bien estas cantidades son aproximadas, es engañoso pensar que lo más atractivo, vale decir oro, plata, cobre, paladio, platinoides y otros metales no ferrosos, se encuentran en cantidades insignificantes; por ejemplo, a continuación se puede apreciar que las cantidades de estos metales, en 1000 kg de circuitos impresos, pueden alcanzar cifras interesantes, desde un punto de vista económico.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 3.4: Composición de una Placa Impresa.

Elemento	% (min)	% (max)
Oro	0,03	0,31
Plata	2,5	2,89
Cobre	12,04	23
Paladio	0,15	0,3
Platino	0,15	0,3
Estaño	3,25	2,2
Plomo	2,85	3,5
Hierro	7,45	12,3
Otros	42,16	49,16

Fuente: Informe de la Universidad Mayor de San Andrés

La anterior tabla muestra cifras muy alentadoras; en este punto es necesario aclarar, que estos datos corresponden a diferentes tipos de análisis. Por esta razón se ha tomado dos extremos, donde las concentraciones, especialmente de Oro, se encuentran también en extremos; lo más aceptable es considerar que el contenido de este metal en circuitos electrónicos de procesadores se encuentra en el orden de 200-500 g/t, cifra muy significativa (recalquemos que estamos hablando de 1 t de circuitos, y no de procesadores completos).

Las placas impresas son una fuente importante de metales básicos y preciosos con alto potencial económico. Se estima que pueden contener valores superiores al 20% de cobre y 250 g de oro/ton, lo cual es significativamente alto, es decir, de 20 a 40 veces más de cobre y de 25 a 250 veces más de oro en comparación con las fuentes naturales; las minas, ya que por lo regular éstos contienen ~0.5 a 1% en el caso de los minerales de cobre y de oro ~ 1 a 10 g/ton. También el reciclaje es una opción para reducir el impacto al medio ambiente por parte de los RAEE, el cual permite la recuperación de la parte metálica como de la parte no metálica que los componen.

La tarjeta de circuitos impreso es la parte esencial de los dispositivos electrónicos que contienen la fracción más importante de los metales presentes en los RAEE. Las PCB son particularmente ricas en cobre y en metales preciosos, lo cual en particular, contribuye al interés sobre el potencial económico de todos los RAEE.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**3.2.5. MATERIALES QUE COMPONEN LOS APARATOS DE ALUMBRADO**

Los materiales que componen las lámparas son, por lo general, 94% cristal, 5% metales/plástico y 1% polvo de fósforo, que contiene mercurio.

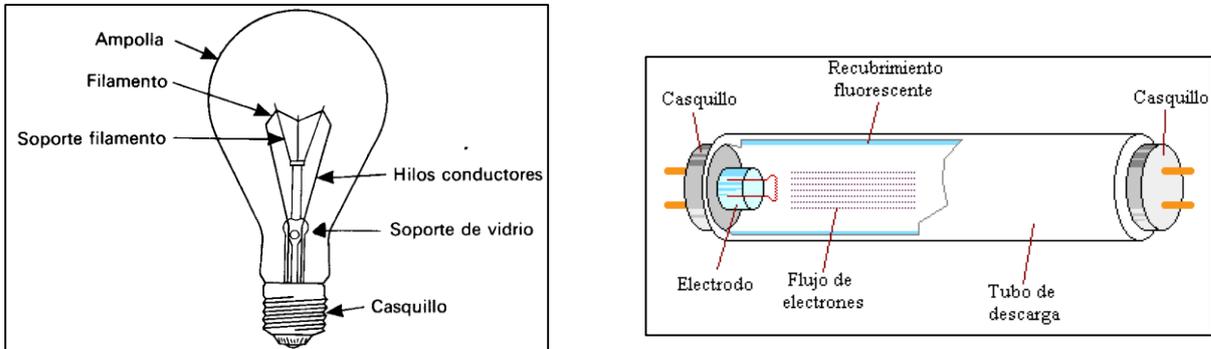
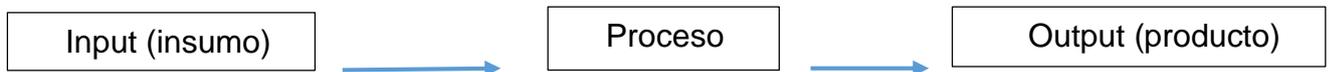


Figura 3.8: Componentes de un aparato de alumbrado

Fuente: [www.ambilamp.es](http://www.ambilamp.es)

**3.3. TEGNOLOGÍA**

Forma de combinar los factores de la producción para transformar diversos insumos en productos.





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

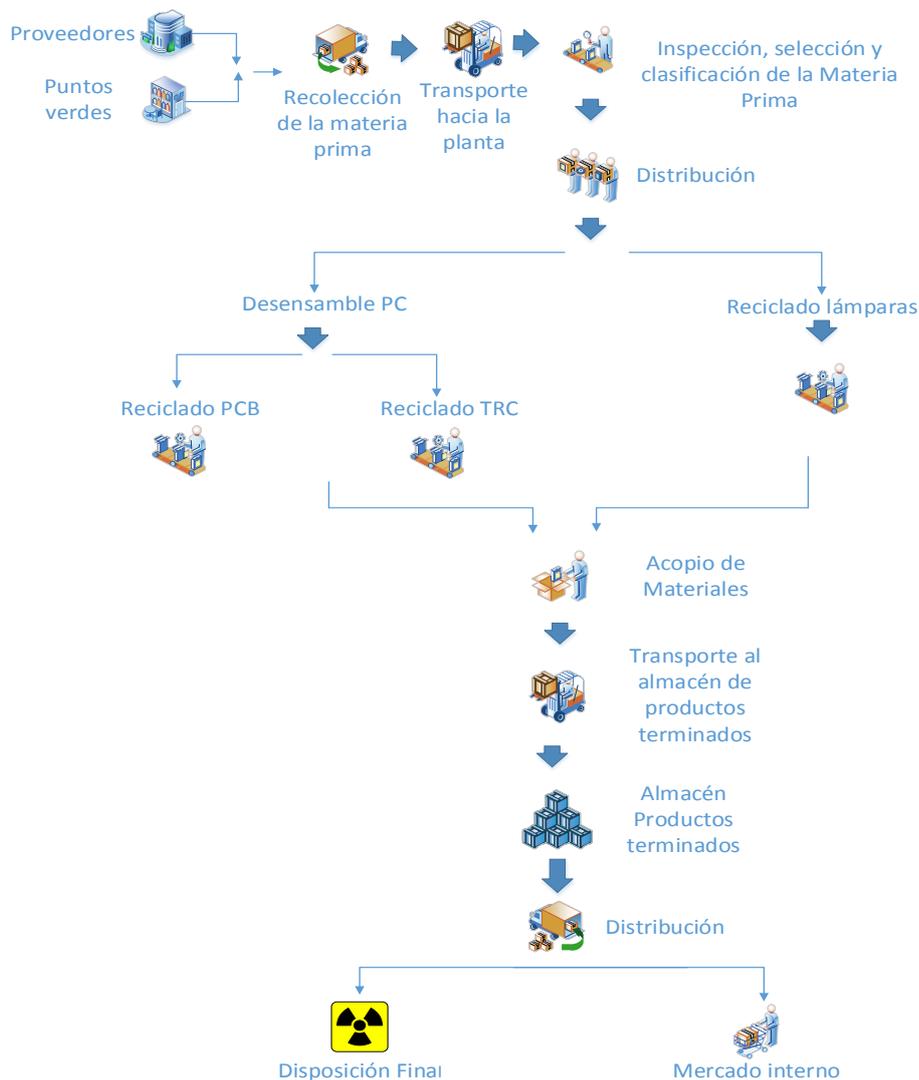


Figura 3.9.: Diagrama de flujo.

Fuente: Elaboración propia a partir de investigación primaria y secundaria.

Como se puede observar en la Figura 3.9 la obtención de los productos es de la siguiente manera; una vez llegada la materia prima a la planta se separan los equipos en lámparas y en computadoras completas y televisores. Las lámparas por su contenido de mercurio y fósforo deberán ser trituradas con la precaución de que al mismo tiempo se estén aspirando los gases, para de esta manera obtener vidrio limpio y el metal que se obtiene de los capacitores, además de la mezcla de fósforo y mercurio que deberá ser enviado a disposición final según el protocolo de tratamiento de residuos peligrosos. En el área de desensamblaje se separará el plástico, los cables, cobre, hierro, níquel y todo aquellos que se pueda retirar de forma manual para obtener los conos de los monitores y de los



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

televisores con tecnología TRC y las placas impresas en condiciones de ser enviadas a sus respectivas líneas de tratamiento.

De los conos se podrá obtener vidrio limpio y fósforo, el cual se encuentra en su interior. Las placas impresas, también llamadas PCB deberán recibir un tratamiento especial para poder obtener la plata, el oro, el cobre y los platinoides.

En el caso de estudio, es necesaria la implementación de tecnología especializada ya que cada una de las líneas trabaja y procesa materiales peligrosos por lo que dificultan el manipuleo y contacto con las personas, salvo en la línea de desensamble, donde simplemente se necesitan herramientas de taller para llevar a cabo las tareas.

A continuación se detallan las características y funcionamiento de cada una de las maquinas implementadas en el proceso.

### 3.3.1. PLACAS IMPRESAS

Por ser este un proceso muy complejo y requerir de un alto nivel de excelencia en el procesamiento de placas impresas, la disponibilidad de la tecnología es escasa y por tanto es necesaria la importación de la misma. Uno de los principales criterios de decisión utilizados en la selección fue la capacidad de procesamiento, pero sin dudas el más importante fue el control de las emisiones gaseosas, criterio alcanzado al trabajar con presiones negativas, lo que nos llevó a la opción de la maquinaria a continuación descrita.

- Marca: Hunan Vary Tech Co.
- Modelo: RPCB-1000
- Lugar de origen: Hunan, China
- Dimensiones (L\*A\*Al)/mm: 18000\*5000\*5000
- Precio: U\$D 600.000
- Consumo de Energía: 100 Kw
- Capital humano: 4 operarios no calificados.
- Nivel de efectividad: 95-98%
- Tamaño de grano: 50  $\mu\text{m}$  para los metales y 150  $\mu\text{m}$  para los no metales

Recicla todo tipo de placas de circuitos impresos. Esta tecnología de reciclaje, extraer los metales preciosos y los separa en dos concentraciones. Produce la concentración de los metales en un polvo fino y por otro lado el resto del sustrato



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

tablero en forma de gránulos pequeños que se pueden vender directamente a las empresas de PCB.

- Se trata de una máquina sin la contaminación secundaria.
- La ventaja es que es un proceso en seco, se ejecuta bajo la condición cerrada, no hay emisión de aguas residuales, desechos y los gases de escape
- No emisión de polvo
- Las plantas se han establecido para reciclar placa de circuito impreso por medio de un nuevo sistema que trituration y Gravedad.
- Está equipada con un sistema de eliminación de polvo (No hay emisión de polvo en el ambiente).
- Requisito de la energía baja, alta productividad.
- Mantenimiento fácil y rápido.
- Capacidad 300kg por hora.
- Equipado con un sistema de eliminación de polvo (No hay emisión de polvo en el ambiente).
- Tasa de recuperación de metales -Alta



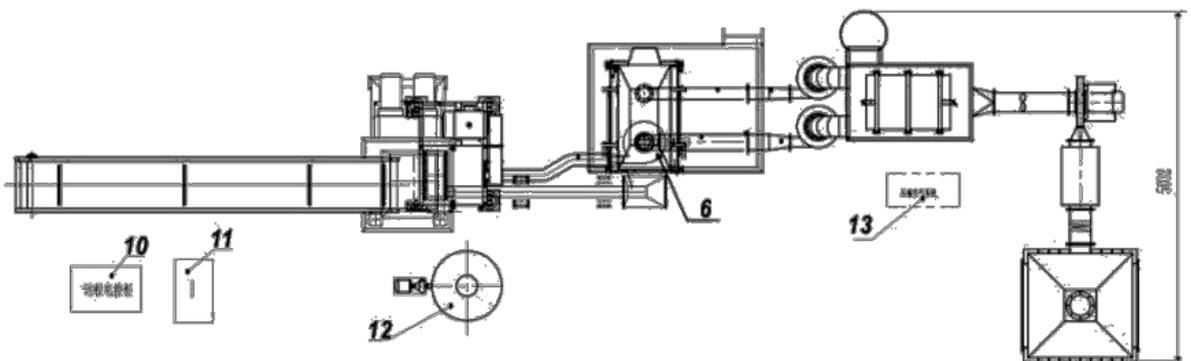
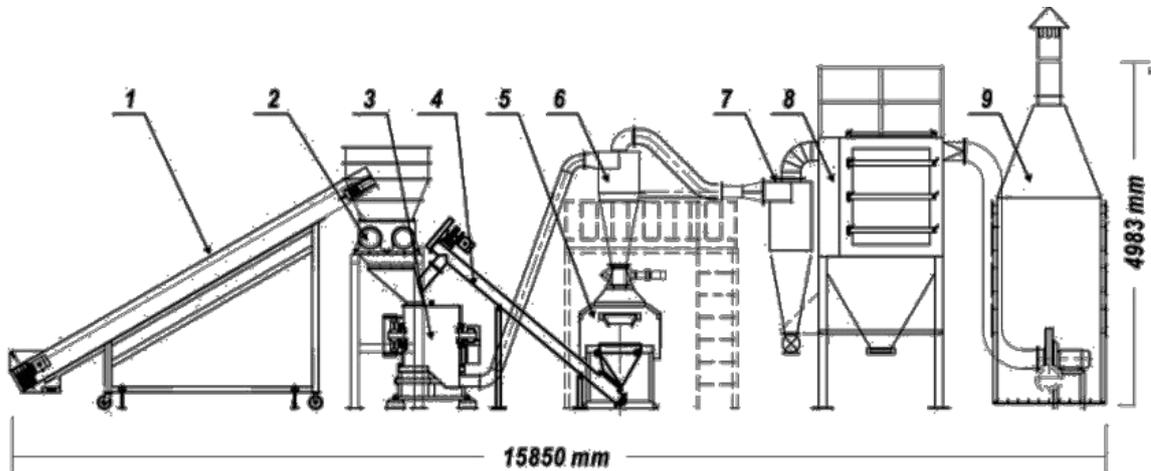
Figura 3.10: Línea RPCB-1000

Fuente: Página Web de Hunan Vary Tech Co.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

3.3.1.1. LAY OUT RPCB-1000





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

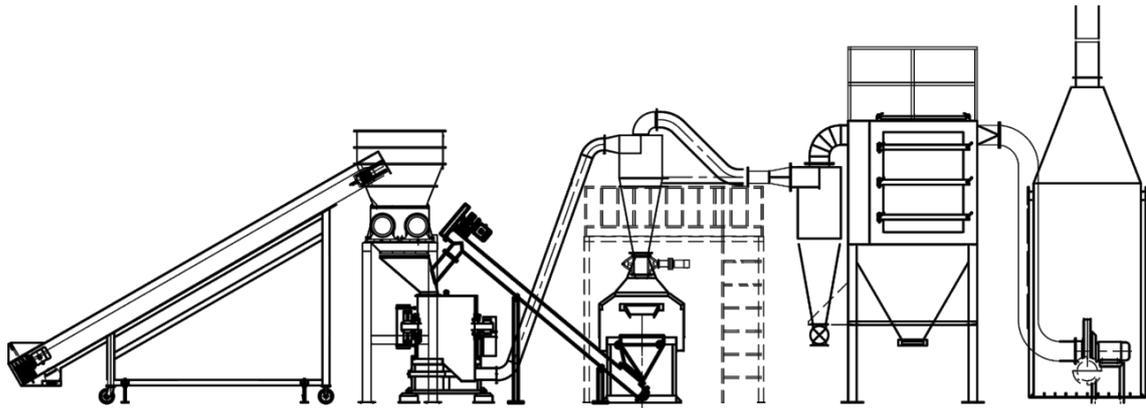


Figura 3.11: Lay Out de la Línea RPCB-1000  
Fuente: Página Web de Hunan Vary Tech Co.

1. **Cinta transportadora:** entrega de la materia prima a la trituradora.
2. **Trituradora de 4 ejes:** Trituración primaria PCB, desmenuzado en tamaño <30 mm trozos pequeños.
3. **Trituradora Secundaria:** El material primario desmenuzado impacta con la hoja de rotación a alta velocidad, convirtiendo el material en polvo (tamaño:150-800 mesh). Esta cuchilla trituradora consiste un grupo de hoja fija el anillo de engranajes y un grupo de la cuchilla en movimiento, tanto de ellos se hace por una alta dureza, a la abrasión de acero resistente 16mn con la tecnología especial, que con una larga vida de trabajo.
4. **Tornillo sin fin:** El material de gran tamaño vuelve a la trituradora secundaria para ser triturados nuevamente.
5. **Flujo de aire:** la mezcla de polvo se entrega por el soplador al ciclón clasificador, donde se separa el sustrato de PCB de los metales. La tasa de recuperación de metal de hasta 94% -98%.
6. **Ciclón Clasificador.**
7. **Pulso colector de polvo:** Recoge el polvo sustrato PCB del clasificador y las vibraciones del flujo de aire del ventilador.
8. **Bolsa de filtro:** Para limpiar el gas y recoger el polvo
9. **Torre de absorción de carbón activado:** Para limpiar el gas de escape y emitirlo a la atmósfera.
10. **Gabinete de control:** Para el control de cada máquina.
11. **Fuente de energía de gabinete de control:** Para controlar el encendido de la planta entera.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

12. **Sistema de refrigeración de agua:** Para reducir la temperatura de la trituradora secundaria.
13. **Sistema de Aire Comprimido:** Para el suministro de aire comprimido para la planta.

**3.3.1.2. PROCESO**

- En primer lugar, un módulo automatizado corta los componentes de la tarjeta quedando la tarjeta base.
- A continuación las tarjetas base son conducidas a otro módulo donde, mediante unas técnicas de desmantelamiento que utilizan un proceso termal en combinación a la remoción de la soldadura usando rollos metálicos de corte, se separan los metales de la soldadura.
- El tratamiento pirolítico que se produce a continuación, implica calentamiento y encendido del horno a 1200°C, por medio de inyección de aire. Consiste en la descomposición de la materia orgánica por efecto térmico en ausencia de oxígeno. Los componentes orgánicos son destruidos a estas temperaturas y las emisiones tóxicas se neutralizan. El metal producido es muy rico en cobre y puede ser sujeto a refinación electrolítica. Los metales preciosos son al final recuperados a través del lodo anódico, o barro anódico, formado por los componentes del ánodo no disueltos que se depositan en el fondo de las celdas electrolíticas, a continuación el lodo anódico es bombeado y almacenado para extraerle su contenido metálico y ser comercializado.

Hay un ratio de recuperación de los metales de un 95-98% y el polvo de los no metales obtenidos contiene menos de un 1% en peso de metales, con lo que la máquina tiene un alto nivel de efectividad. Las partículas obtenidas tienen un tamaño de grano de unos 50 µm para los metales y 150 µm para los no metales.

A continuación se muestra un esquema resumen del proceso:



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

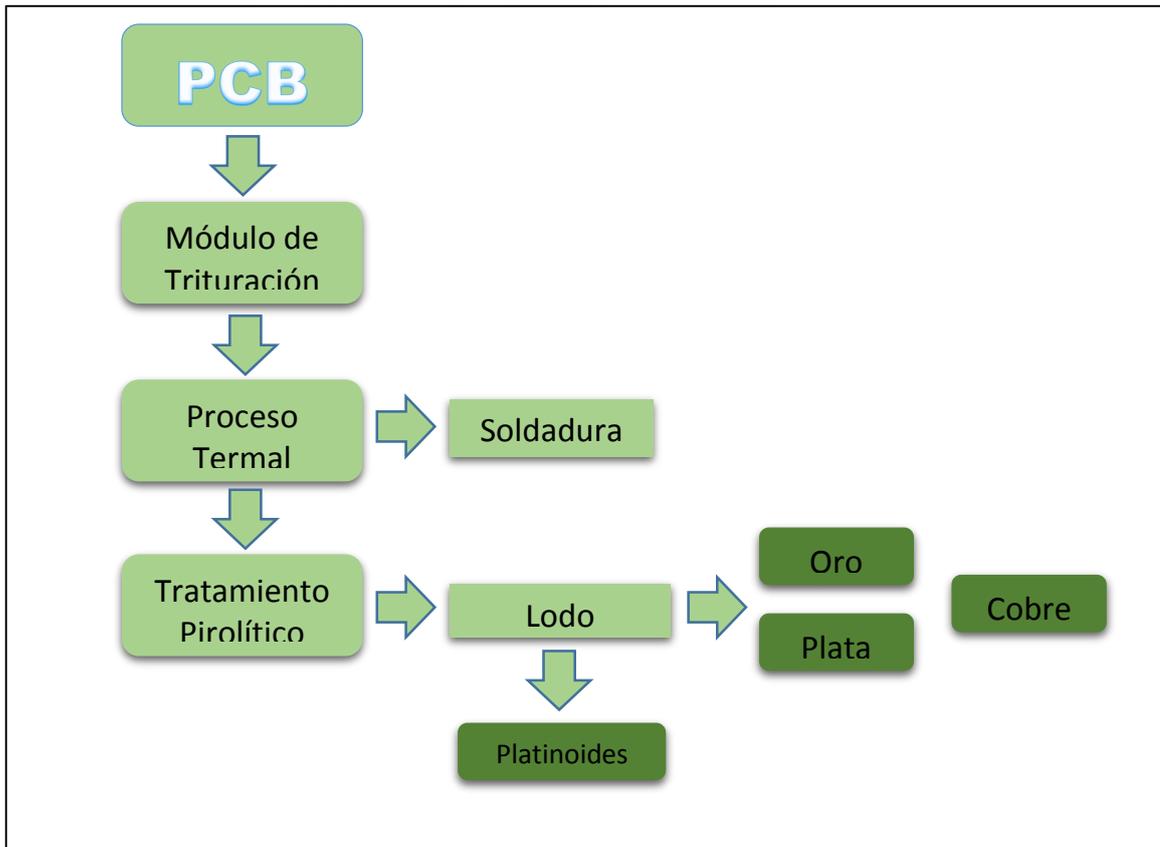


Figura 3.12: Diagrama de Proceso de la línea RPCB-1000  
Fuente: Página Web de Hunan Vary Tech Co.

### 3.3.2. APARATOS DE ALUMBRADO

Como es de común conocimiento la mayoría de las lámparas utilizadas contiene mercurio y fosforo, elementos altamente contaminantes. Se estima que un tubo fluorescente puede llegar a contaminar cerca de 30.000 litros de agua lo cual es alarmante, es por esto que para que el reciclaje sea adecuado se necesita de tecnología avanzada capaz de filtrar el mercurio para luego enviarlo a disposición final, evitando de esta manera la contaminación. No hay ningún método manual capaz de reciclar las lámparas sin generar peligros para el operario como para el medio ambiente, por tal motivo es que al evaluar las diferentes alternativas de tecnología disponible se decidió implementar al proceso la denominada BALCAN MP600. Para la determinación de la tecnología óptima se evaluó respecto al criterio económico, dando como resultado una máquina de menor costo por requerir un mínimo en costo de operación y si bien la inversión inicial es elevada la capacidad de la misma permite recuperar rápidamente el capital invertido.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

A continuación se procede a dar una descripción detallada del funcionamiento de la máquina y de sus requerimientos.

**1. Un triturador con unidad principal de tolva y separación** para tubos fluorescentes enteros. Los desechos triturados se conducen de manera uniforme al separador principal. Esto produce la agitación de los desechos y permite que los dos filtros extractores por corriente de aire absorban el polvo de fósforo resultante, que contiene mercurio. Los desechos caen desde el extremo de la unidad de separación sobre un imán que separa el vidrio de los componentes metálicos, los cuales son transportados a bidones de recogida adecuados. Esta unidad de separación procesa tanto los tubos fluorescentes como los demás tipos de vidrio de lámpara con componentes de metal magnético en una única operación. Sin embargo, las lámparas con componentes de plástico o no-magnéticos tienen que ser procesadas en nuestro separador secundario del modo descrito a continuación.

**2. Un separador secundario** para acoger todo tipo de lámparas enteras y trituradas (excepto lámparas de sodio SOX). Esta unidad separa el vidrio de los otros componentes y actúa como "limpiador primario" de bidones de desechos amorfos. El desecho de vidrio se transporta de vuelta a la tolva principal para su alimentación y limpieza a través del separador principal, mientras que la mezcla de otros materiales se desecha en un contenedor de recogida situado al final. El mérito de esta unidad es que al cargar lámparas de un tipo determinado, extraerá un tipo de residuos concreto, como el plástico de las modernas lámparas CFL de bajo consumo.

Sin embargo, si se introduce una mezcla de lámparas, extraerá una mezcla de componentes. Ninguno de estos componentes es adecuado para un tratamiento ulterior en la planta de reciclaje.

**3. Se proporcionan un total de 4 cintas transportadoras: -**

Una entre la tolva principal y el separador principal

Una para los desechos de vidrio hasta el contenedor de recogida

Una para los capacetes de aluminio hasta el contenedor de recogida

Una desde el separador secundario a la tolva principal

**4. Los filtros extractores por corriente de aire** se usan para recuperar todo el mercurio transportado por el polvo y el vapor de fósforo contenido en los restos de lámparas de un tamaño inferior a 5 micras. Esto garantiza que la planta



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

funcione a presión negativa. Todos los vapores y restos más finos que pasan por los filtros son conducidos a nuestro conducto principal de filtrado, que contiene aproximadamente 2 metros cúbicos de carbono activado con base de azufre con el cual reacciona el mercurio, permitiendo que el aire extraído quede limpio de mercurio y pueda salir a la atmósfera.

**Emisión máxima permitida a través de humos: 0,025 mg/m<sup>3</sup>**

**Emisiones típicas: 0,0001-0,002 mg/m<sup>3</sup>**

**5. Caja de control eléctrico:** para el funcionamiento secuencial de la planta. Sirve para garantizar que todo el equipo eléctrico se encienda y apague en el orden correcto y, además, permite detener por completo la planta en caso de emergencia (los interruptores de parada de emergencia están situados por toda la planta). En caso de fallo, todos los componentes disponen de interruptores de sobrecarga y de proximidad que permiten una parada controlada. Los dispositivos de seguridad evitan que la máquina funcione de forma no segura. En caso de tareas de mantenimiento, permiten utilizar cada componente por separado cuando sea necesario.

**6. Puntos de recogida,** completamente cubiertos y canalizados para la recogida del vidrio y los capacetes (metálicos y plásticos).

### 3.3.2.1. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Balcan ofrece automáticamente un servicio personalizado para la instalación del equipo.

Tenemos capacidad para cambiar y realizar a medida el diseño de la planta, a fin de ajustarla al local en que va a ser instalada.

Cada planta de reciclaje es única; al ser diseñadores y fabricantes de este servicio podemos realizar modificaciones durante el proceso de montaje y proporcionar las medidas y cantidades correctas de canalización para el suministro de aire.

Una vez enviada la unidad y confirmada la fecha de entrega, lo disponemos todo para que nuestro equipo técnico le proporcione asistencia in situ. Balcan desembalará los contenedores y montará la planta.

Cuando el sistema esté en condiciones de servicio, Balcan realizará las pruebas necesarias para la puesta en marcha. Los técnicos de Balcan permanecerán durante unos días en sus instalaciones para enseñar a sus operarios cómo utilizar el equipo, comentar las comprobaciones diarias y realizar tareas de mantenimiento preventivas, como reparaciones y búsqueda de fallos.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Normalmente, Balcan permite hasta 10 días laborables para completar la instalación con atención integral a la puesta en marcha.

### 3.3.2.2. GARANTÍA

Esta garantía tendrá una validez de doce (12) meses, a partir de la entrega o aceptación en el destino final indicado en el contrato de los artículos o alguna parte de los mismos (si fuera el caso). El comprador notificará inmediatamente a Balcan por escrito cualquier reclamación derivada de esta garantía.

Una vez recibida dicha notificación, Balcan, dentro del periodo especificado en el SCC y con la premura razonable, reparará o sustituirá los artículos o piezas defectuosos, sin coste alguno para el comprador, excepto, cuando sea pertinente, el coste de la entrega interna de los artículos o piezas reparados o sustituidos desde el lugar designado, puerto o lugar de entrada al destino final.

En caso de que Balcan, una vez recibida la notificación, no repare el defecto(s) en el plazo especificado en el SCC, el cliente podría proceder a tomar las medidas correctivas necesarias, a cuenta y riesgo de Balcan y sin perjuicio de cualesquiera otros derechos que puedan asistir al comprador frente a Balcan en función del contrato.

### 3.3.2.3. SERVICIOS REQUERIDOS

El cliente ha de proporcionar los siguientes servicios para la planta de reciclaje de lámparas

MP6000:

1. Suministro de aire comprimido necesario: 6,0 bar 7,2Nm<sup>3</sup>/h
2. Suministro eléctrico trifásico para la conexión al panel de control.

El cliente ha de proporcionar un electricista adecuadamente cualificado y el cableado apropiado para conectar la caja de control a la fuente de alimentación principal de acuerdo con los requisitos locales.

Las plantas de reciclaje de lámparas de Balcan se proporcionan adaptadas a la tensión específica del país. Todos los motores y componentes eléctricos se proporcionan conforme a los requisitos eléctricos y de cableado del país en cuestión.

### 3.3.2.4. PIEZAS DE REPUESTO Y SERVICIO – MP6000

Balcan es una de las mayores empresas de reciclaje de lámparas del Reino Unido, dedicada además al diseño y fabricación de su propia gama de plantas de reciclaje de lámparas. La ventaja de ello es la capacidad de evitar los fallos de sus sistemas y comprender cómo pueden beneficiarse de ello otros recicladores de



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

lámparas, proporcionando así un sistema muy eficaz, rentable y con escaso mantenimiento.

El servicio y mantenimiento se han reducido al mínimo y los sistemas se han diseñado para facilitar su servicio y mantenimiento en caso necesario. El diseño de los equipos de Balcan permite que la mayoría de las labores de servicio y mantenimiento puedan realizarse con la máquina funcionando bajo presión negativa, reduciendo de este modo la necesidad de una gran cantidad de equipo de protección individual (EPI).

**3.3.2.5. PIEZAS DE REPUESTO HABITUALES**

1. Juego de filtros para los extractores de aire: duran entre 9 y 24 meses (dependiendo del uso).

2. Cintas transportadoras: Balcan recomienda la compra de un juego de cintas transportadoras de repuesto con la máquina. Aunque las cintas suelen durar muchos años, nadie puede prever las situaciones que podrían dañarlas. Dado que las cintas transportadoras son un componente fundamental de la planta de reciclaje para el transporte del vidrio sin tratar y de los productos ya tratados, es importante poder disponer de repuestos en caso necesario.

**3.3.2.6. OTROS REPUESTOS:**

Los datos registrados durante años por Balcan con respecto a las piezas de repuesto de sus sistemas ha demostrado que, aparte de las piezas de repuesto recomendadas habitualmente (que suelen estar disponibles), todos los demás componentes son extremadamente fiables. Balcan no tiene inconveniente en facilitar estos componentes, si bien los sistemas han sido diseñados para poder utilizar piezas de repuesto universales / fáciles de conseguir que estén disponibles en el país en cuestión, p.ej.: un sistema vendido a los EE.UU. llevará un motor de marca y especificación estadounidense, normalmente importado. En caso de que ese motor fallase, podría conseguirse inmediatamente otro en EE.UU. Esto supone una ventaja adicional en cuanto a ahorro de tiempo y de costes de envío. Además, ayuda a reducir los costes de propiedad.

**3.3.2.7. SERVICIO**

Los calendarios de servicio se mantienen al mínimo con revisiones diarias que suelen ser suficientes por sí solas. El mantenimiento semanal y mensual depende del volumen de producción de lámparas y suele consistir simplemente en limpieza e inspecciones visuales.

**3.3.2.8. LAY OUT**



PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

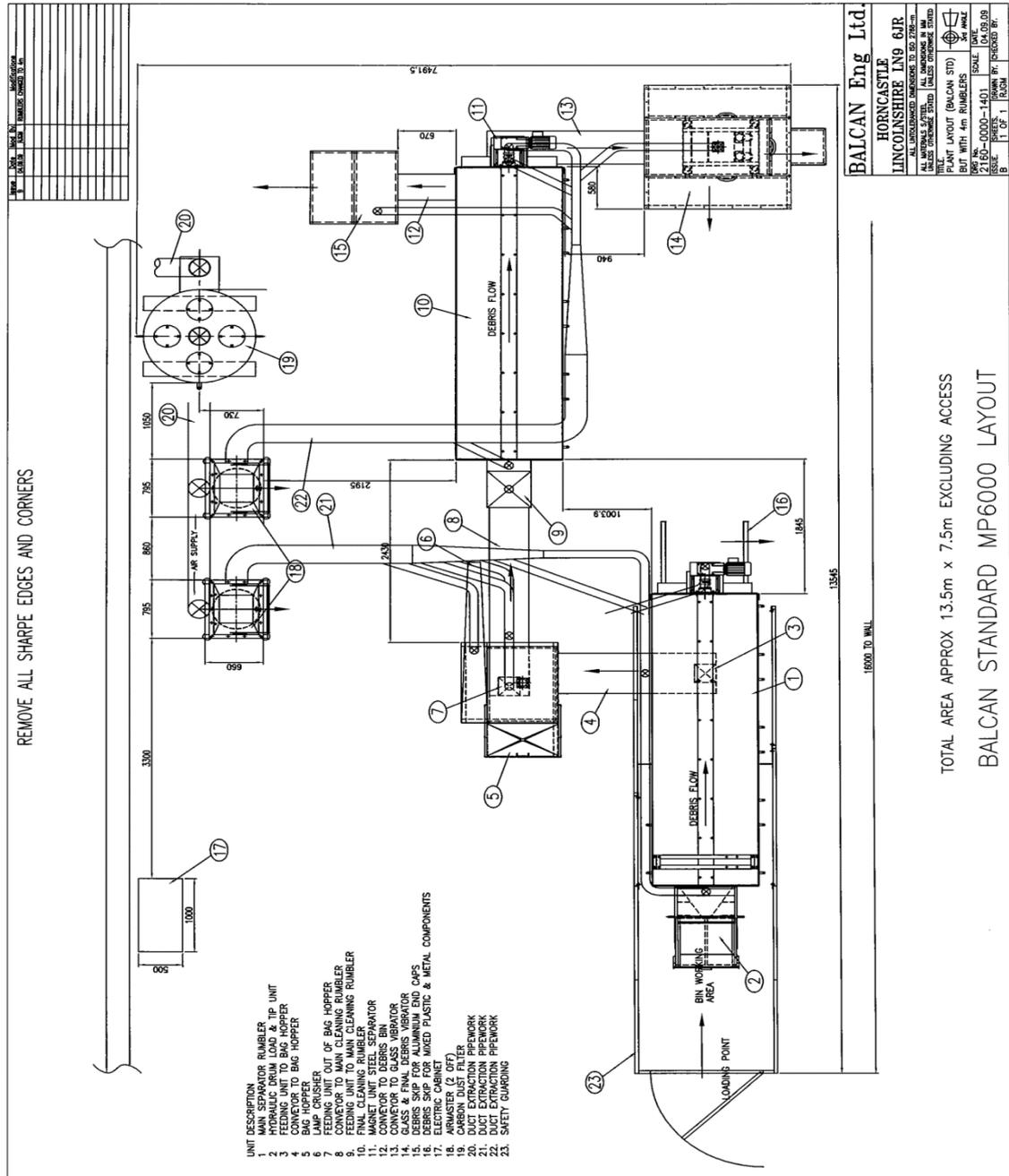


Figura 3.13: Lay Out de la máquina Balcan MP600

Fuente: [www.balcan.com.uk](http://www.balcan.com.uk)



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**3.3.2.8. PRODUCTOS FINALES**

1. Vidrio
2. Capacetes: metal.
3. Polvo de fósforo, que contiene mercurio.

Los sistemas de reciclaje de lámparas de Balcan producen algunos de los productos finales más limpios obtenidos de este tipo de equipos.

**3.3.2.9. CONTAMINACIÓN RESIDUAL TÍPICA**

**Contaminación residual**

**Vidrio:** Normalmente 1-3 mg/Kg (1-3ppm) "analizado como producto bruto"

Máx. 0,025 mg/l TCLP

**Capacetes:** metal o plástico procesados por separado (combinación de ambos si se procesan a la vez)

**Polvo de fósforo con mercurio:** contenido habitual de mercurio <1 kg por cada 1000 kg

**3.3.2.10. ESPECIFICACIONES DE BALCAN MP6000**

MP6000 es la mejor herramienta de la gama Balcan para el reciclaje de lámparas.

Capaz de gestionar entre 5 y 8 millones de lámparas al año en jornadas de un turno, este sistema supera a sus competidores en términos de consumo de energía, necesidades de mantenimiento y calidad de los productos finales obtenidos.

**Capacidad**

2000-3000 lámparas enteras / hora

4000-5000 lámparas trituradas / hora

4000 lámparas mixtas (trituradas y enteras) / hora

Peso equivalente a 1000-1200 kg / hora

**Requisitos eléctricos:** Todas las unidades se entregan conforme a los requisitos del país y de la red eléctrica del cliente.

**Consumo:** Máx. 10 kW 3Ph

**Aire comprimido:** 7,2Nm<sup>3</sup>/h (4,5 CFM)



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**Cantidad de operarios requeridos:** 2 personas

**Presión de suministro:** 6 bar

**Tuberías de conexión:** 0,75" roscadas

**Emisiones de mercurio (Hg) a partir de gases finales:** normalmente 0,001 - 0,002mg/m<sup>3</sup>. Máximo permitido 0,025mg/m<sup>3</sup>

**Vida estimada del filtro de carbono:** 5 años

**Productos finales:** vidrio, capacetes (de metal o de plástico dependiendo del tipo de lámpara procesada. Si se mezclan las lámparas durante el proceso, el producto final serán capacetes mixtos). Polvo de fósforo, que contiene mercurio.

**Contaminación residual y valores de lixiviado**

**Analizado como agua:** Máx. 0,025mg/l

**Analizado como producto bruto:** normalmente 13 mg/kg

**Costo de la maquina:** us\$461700 incluye repuesto de filtros para 5 años



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

3.3.2.11. DIAGRAMA DE PROCESO DEL EQUIPO

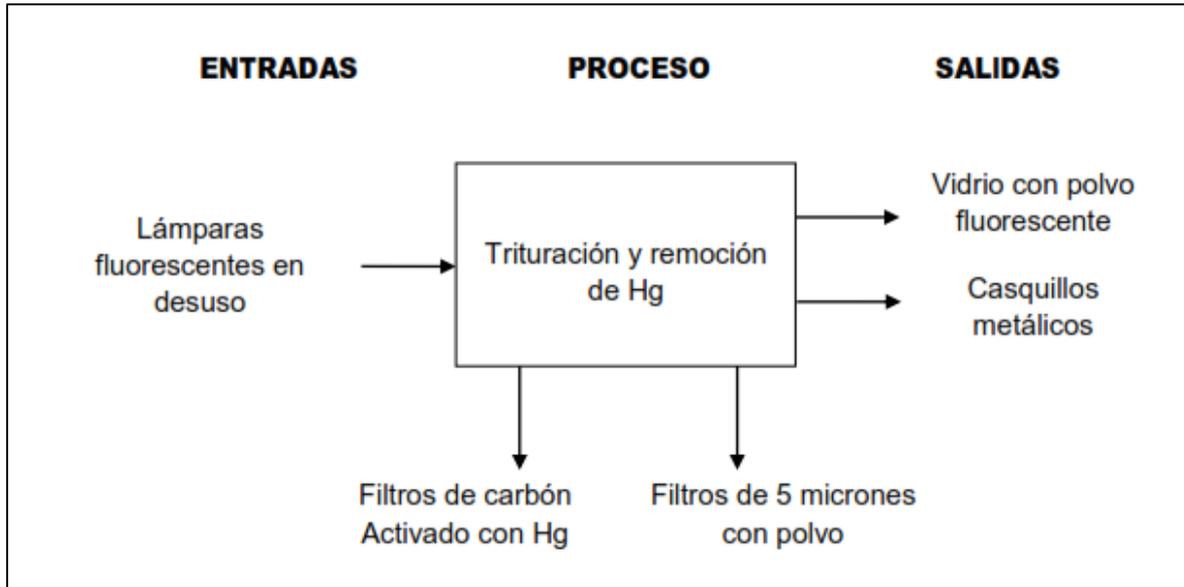
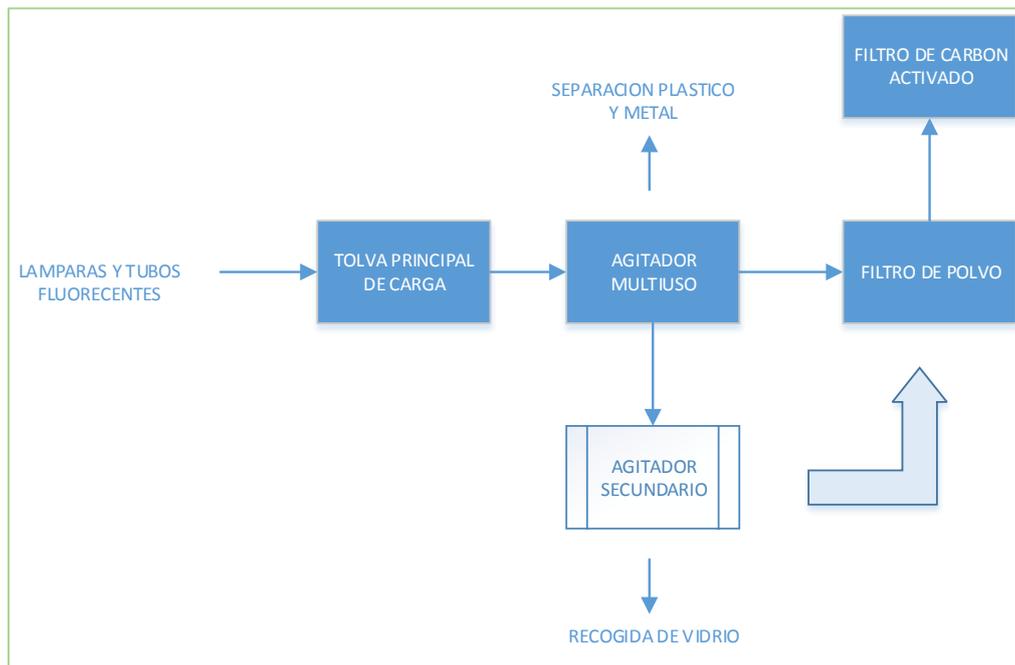


Figura 3.14: Diagrama de Proceso de la máquina Balcan  
Fuente: [www.balcan.com.uk](http://www.balcan.com.uk)



3.3.3. MÁQUINA PARA RECICLADO DE MONITORES DE CRT Y TELEVISORES

Para la selección de la maquinaria necesaria para esta línea se evaluó en primer lugar la tecnología disponible, siendo esta, no muy variada y para todos los casos de origen exterior.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Una vez examinadas todas las posibilidades, se consideró la siguiente como la opción más adecuada, dado en primer lugar la capacidad de procesamiento y en segundo la forma de extracción del fósforo de la pantalla, puesto que las demás alternativas analizadas no presentaban aspiradora incorporada. Lo que es de vital importancia para el proceso, si tenemos en cuenta que la extracción del mismo nos convierte en generadores y manipuladores de material peligroso. Dicha tecnología además presenta el beneficio de poder procesar un rango mayor de tubos en cuanto a tamaños.

**3.3.3.1. ESPECIFICACIONES MODELO CRT M100**

- Precio FOB: US\$ 100.000 / Set
- Puerto: Xiamen
- Capacidad de suministro: 100 Set/s por mes
- Plazo de entrega: 30 días después 30% avanzada
- Condiciones de pago: Western Union, Money Gram

**3.3.3.2. DATOS BÁSICOS**

- Lugar del origen: China (Continental)
- Marca: Mingxin
- Número de Modelo: CTR M100
- Servicio After-sales proporcionado: disponible para mantener la maquinaria en ultramar
- Dimensión: 4000\*3100\*2350 mm
- Peso: 800kg
- Esta máquina de corte por diamante para CRT, está compuesto de diamante de corte, 1 estación de corte, 1 colector de polvo, plataforma de trabajo para el vidrio, 1 transportador de correa.
- El tiempo de corte para un monitor crt de 25 pulgadas, es una fracción de segundos.
- La presión de aire: 0.6~0.8 mpa
- Capacidad: Las unidades 80~100/hora.
- Energía: Kw 380v/13.
- Operadores necesarios: 2
- Aplicable a crt: 14~29 pulgadas.
- Voltaje de funcionamiento: Ac380v+/- 10% 50hz; aplicable a las condiciones eléctrica de todos los países.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 3.5: Especificaciones técnicas de máquina CTR M100

ESPECIFICACIONES		
NOMBRE	UNIDAD	PARÁMETROS
Longitud	mm	4000
Ancho	mm	3100
Altura	mm	2350
Tamaño de tubo	Pulgada	14-29
Operador (s)	-	2
Rendimiento	Set / hora	80 – 100
Voltaje	V	220/460 (fase 3)
Energía	kw	7

Fuente: [www.newtechrecycling.com](http://www.newtechrecycling.com)

Antes CRT completo

Después CRT embudo

Después pantalla frontal



Figura 3.15: Partes de monitor

Fuente: <http://www.sistemas.com.ar/serv023>

### 3.3.3.3. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

CRT cortador automático: corta el CRT en la línea luego de haberla separado de la frita. El embudo se separa del panel usando corte por diamante que gira alrededor de la CRT automáticamente por el cortador automático. La banda se calienta a una temperatura alta. El aire frío se aplica a continuación para crear un diferencial de temperatura que hace que el vidrio se rompa ligeramente por encima de la frita, el embudo es así separado del panel para su posterior procesamiento. Una tapa de cristal de seguridad se cierra durante la operación para garantizar la seguridad del operador. Una aspiradora de alta potencia con filtros de alta calidad está integrado en la máquina para la eliminación de la capa de fósforo en el interior del panel. Puede cortar entre 80 y 100 CRT por hora y requiere un operador.



Figura 3.16: Máquina CTR M100  
Fuente: <http://www.newtechrecycling.com>

#### 3.3.3.4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

La tecnología a utilizar para la trituración del vidrio, se realizó considerando la posibilidad que la misma permitiera procesar de la misma forma plástico (criterio de flexibilidad). Por otro lado se consideró como la necesidad más importante, el tamaño de producto que esta entrega, dado que este debía coincidir con el demandado por el mercado consumidor.

El triturador ESCORPION I ha sido desarrollado totalmente para ABARTYA por el Grupo Piroval, en estrecha colaboración, contando también con la experiencia de algunas de las cristalerías más importantes.

Se ha pensado en un equipo robusto de gran producción con la mínima energía eléctrica instalada. Debido a su eje sobredimensionado y a las piezas de acero especial, altamente resistentes a la fatiga, soporta perfectamente todos los esfuerzos generados durante el proceso de rotura. Con la aportación de éstos materiales conseguiremos que el equipo tenga una vida útil, muy duradera con un bajo mantenimiento.

El interior del molino está recubierto con placas de fácil intercambio o sustitución.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Todo el equipo de transmisión y rodamientos están alejados y protegidos para evitar entrar en contacto con el polvo tan abrasivo que se genera en el proceso.

El equipo ESCORPION I se construye en dos partes reparables. La primera genera unos fragmentos de vidrio máximo de 10 cm, que a través de una cinta debidamente protegida, transiciona al segundo equipo de proceso donde se moltura y el resultado final es un grano de 0,5 a 2 mm.

En ésta parte del proceso se produce un volumen importante de polvo de vidrio debido a la alta velocidad de giro de las parrillas, éste polvo se recoge dentro de un habitáculo herméticamente cerrado y se elimina a través de filtros adecuados a éste proceso. Con el equipo de triturado ESCORPION I, se consigue un menor espacio de almacenaje de vidrio de desecho, y mayor beneficio a la hora de la venta de dicho material.



Figura 3.17: Trituradora ABARTYA ESCORPION I

Fuente: <http://www.alibaba.com>



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

### 3.4. LOCALIZACIÓN

#### 3.4.1. MACROLOCALIZACIÓN

El objetivo que persigue la localización de un proyecto es lograr una posición de competencia basada en menores costos de transporte y en la rapidez del servicio. En el presente caso, la macrolocalización del proyecto se focaliza en el República Argentina, debido a la necesidad que nace de reciclar los aparatos eléctricos y electrónicos. Luego se seleccionan dentro de la Argentina las provincias que cuentan con mayor población y por tanto producción de RAEE, ya que la variable más incidente en nuestro proyecto es la disponibilidad de materia prima y esta localización nos permitirá tener mayor alcance a la mayor fuente de residuos tecnológicos. Luego se califican con el método de Factores Ponderados, el cual consiste en seis pasos:

1. Determinar una relación de factores relevantes.
2. Asignar un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa para los objetivos del proyecto.
3. Elaborar una escala para cada factor (por ejemplo de 1 a 10)
4. Realizar la puntuación para cada factor en la localización correspondiente, según la escala.
5. Multiplicar la puntuación por el peso de cada factor y calcular el total de cada localización.

El resultado obtenido se puede apreciar en la Tabla N° 3.6, donde la provincia mejor puntuada es Buenos Aires:



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 3.6: Método de los Factores Ponderados

PROVINCIAS ARGENTINA											
FACTOR	PESO	BUENOS AIRES		CÓRDOBA		SANTA FE		CIUDAD AUTONOMA Bs As		MENDOZA	
		CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Disponibilidad de materia prima	0.35	9	3.15	5	1.75	4	1.4	4	1.4	2	0.7
Proximidad a los competidores	0.05	4	0.2	5	0.25	7	0.35	4	0.2	7	0.35
Reglamentación ambiental	0.15	9	1.35	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.45
Costo y disponibilidad de servicios	0.05	5	0.25	5	0.25	5	0.25	5	0.25	5	0.25
Costo y disponibilidad de recursos (terreno)	0.05	6	0.3	6	0.3	6	0.3	6	0.3	6	0.3
Beneficios urbanísticas y legales	0.05	9	0.45	6	0.3	6	0.3	4	0.2	5	0.25
Costo y disponibilidad de mano de obra	0.05	7	0.35	7	0.35	7	0.35	5	0.25	7	0.35
Proximidad a los clientes	0.2	8	1.6	5	1	3	0.6	6	1.2	4	0.8
<b>TOTAL</b>	<b>0.95</b>		<b>7.65</b>		<b>4.65</b>		<b>4</b>		<b>4.25</b>		<b>3.45</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

3.4.2. MICROLOCALIZACIÓN

Dentro de la provincia de Buenos Aires se seleccionaron las localidades que se muestran en la Tabla N° 3.7. debido a su desarrollo industrial, densidad demográfica y la cercanía al mercado consumidor y proveedor.

Para evaluar y decidir dentro de las distintas alternativas de microlocalización de la planta, se utiliza el método de Centro de Gravedad, el cual tiene en cuenta la localización de los posibles destinos, las distancias y los costos de transporte.

Tabla 3.7: Método del Centro de Gravedad

UBICACIONES	COORDENADAS		COSTO TRANSPORTE \$/km	dix*Vi	diy*Vi
	X	Y			
QUILMES	11.5	5	3457	39755.5	17285
PILAR	3.5	10.3	3457	12099.5	35607.1
MORENO	3.8	7	3457	13136.6	24199
ALMIRANTE BROWN	10.1	4	3457	34915.7	13828
BERAZATEGUI	12.5	4.2	3457	43212.5	14519.4
MERLO	4.9	6	3457	16939.3	20742
AEROPUERTO	7.2	4.2	3457	24890.4	14519.4
PUERTO	9.5	8.1	3457	32841.5	28001.7
MORON	5.9	6.2	3457	20396.3	21433.4
<b>SUMATORIA</b>			<b>31113</b>	<b>238187.3</b>	<b>190135</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria

$$C_y = \frac{\sum diy * Vi}{Costo Total} = 6,11$$

$$C_x = \frac{\sum dix * Vi}{Costo Total} = 7,65$$



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

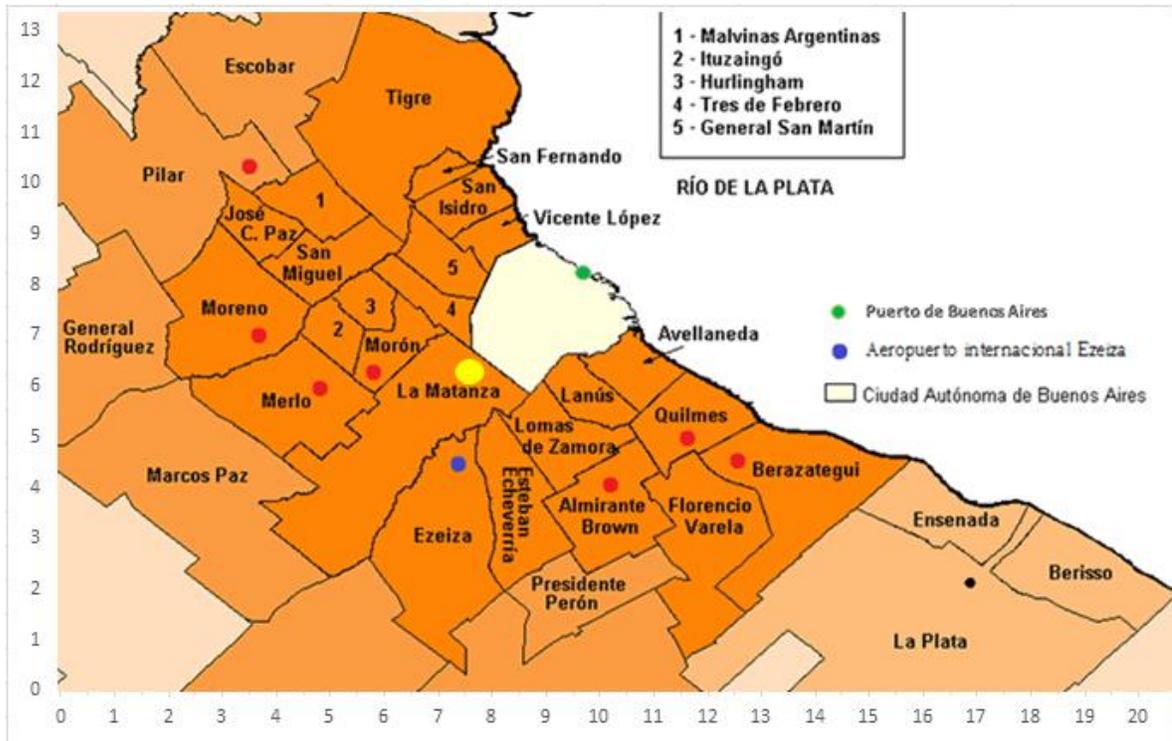


Figura 3.8: Representación gráfica del Método de Centro de Gravedad.  
Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la Figura 3.8, el método del Centro de Gravedad arroja que la planta de reciclaje debe estar en La Matanza, donde existe el Parque Industrial de La Matanza. El cual cuenta con los siguientes beneficios:

### 3.4.2.1. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

- Energía eléctrica
- Agua corriente para uso sanitario
- Gas Natural: red por el frente de todos los lotes
- Telefonía e Internet
- Desagües pluviales, industriales y cloacales tratados.
- Calles pavimentadas
- Portal de ingreso y egreso por Ruta Nacional N°3
- Vigilancia



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

### 3.4.2.2. BENEFICIOS IMPOSITIVOS

Tasas Municipales: de acuerdo a la Ordenanza N°11504/01, reglamentada por el Decreto N°3522/01, la municipalidad de La Matanza establece que las industrias que se radiquen en el partido pueden acceder a una exención de hasta un 100% y hasta un plazo de 10 años de:

- Tasa para habilitación de Industrias y Comercios
- Tasa de Inspección de seguridad e higiene
- Tasa por Servicios Generales

Impuestos Municipales: la Ley 13.656 y su decreto reglamentario, establece las exenciones tributarias para las industrias que se radiquen en la provincia de Buenos Aires. En el Partido de La Matanza se otorga tres años, con el beneficio exclusivo para el Parque de ampliar este plazo en hasta un 50%.

- Impuesto Inmobiliario
- Impuesto a los Ingresos Brutos
- Impuesto sobre los Automotores

Derechos Municipales: de acuerdo a la Ordenanza N° 11504/01 y su decreto Reglamentario N°3522.

- Derechos de Construcción
- Derechos de Publicidad y Propaganda
- Derechos de Oficinas

A continuación se muestra el plano del Parque Industrial con las parcelas que se encuentran disponibles.





## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

### 3.5. TAMAÑO

La importancia de definir el tamaño que tendrá el proyecto se manifiesta principalmente en su incidencia sobre el nivel de las inversiones y costos que se calculen y por tanto sobre la estimación de la rentabilidad que podría generar su implementación.

Si bien la determinación del tamaño de un proyecto responde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables, como son demanda, disponibilidad de insumos, localización, el plan estratégico comercial, tecnología, competencia y capacidad financiera, entre otros muchos factores, en el presente caso, responde esencialmente a la disponibilidad de materia prima como así también a la tecnología disponible para la obtención de los productos que se consideran de alta demanda.

Respecto a la demanda de productos provenientes del reciclado, en especial la de metales preciosos y tierras raras, ésta al ser insatisfecha y con una proyección de crecimiento a nivel mundial, no es una variable que incida limitando el tamaño productivo.

La localización de la planta de tratamiento se analizó con anterioridad, por ser un factor de importante incidencia, ya que de esto dependerá la disponibilidad de materia prima, los costos impositivos y de transporte como así también la legislación vigente en el lugar, que jugarán un papel muy importante a la hora de estimar la rentabilidad del proyecto.

La Ley Provincial 14.321 con jurisdicción en la provincia de Buenos Aires, garantiza la disponibilidad de materia prima de 1 Kg/ persona/año, teniendo en cuenta que sólo el 36,01% de lo disponible es tratado debidamente por los gestores habilitados y que el 64% restante será materia prima para procesar, se deberá ajustar el tamaño del proyecto a la capacidad máxima de las máquinas que integran el proceso, de tal forma que, de optar por una producción mayor, implicará duplicar el mismo.

Por lo ante expuesto el tamaño de la planta queda definido de la siguiente manera:

#### 3.5.1. TRATAMIENTO DE LÁMPARAS

- Lámparas disponibles: 26.866.988 unidades/año



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

- Peso promedio por lámpara: 0,3 Kg
- Kilos disponibles: 8.060.096,4 Kg/ año
- Capacidad de la máquina: 1200 kg/hs
- Capacidad de la línea de procesamiento de lámparas: 2.534.400 kg/año – 8.448.000 u/año.

### 3.5.2. DESENSAMBLE

Para definir la capacidad de esta línea se ha tenido en cuenta la cantidad de residuos de computadoras completas y equipo de televisión con tecnología TRC disponibles anualmente y la consideración de los porcentajes que cada uno representa en términos generales, deduciendo que de esto dependerá la cantidad disponible anual para el procesamiento.

Por lo tanto considerando que las Pc's representan en esta categoría el 71% y la cantidad de residuos de televisores un 29% se tiene que:

Anualmente se procesarán:

- 134.957 Equipos de computadoras completas, lo que incluye monitores TRC, teclados, CPU's y mouse con un peso promedio de 22 kg por PC. Lo que hace un total de 2.969049 kg/año.
- 55.123 equipos de Tv con tecnología TRC, con un peso estimado de 15 kg/TV. Lo que hace un total de 826848 kg/año.

### 3.5.3. TRATAMIENTO MONITORES CTR Y TV

- Monitores CTR y Tv disponibles: 1.360.000 unidades
- Peso promedio: 20 kg
- Kilos disponibles: 27.200.000 Kg/ año
- Capacidad de la máquina: 80 - 100 unidades/hr
- Capacidad de la línea de procesamiento de monitores CTR y TV: 3.801.600 kg/año – 190.080 u/año.

### 3.5.4. TRATAMIENTO DE PCB

- PCB's disponibles: 2.345.000 unidades
- Peso promedio: 0,3 kg



## **PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Kilos disponibles: 703.500 Kg/ año
- Capacidad de la máquina: 300 kg/hs
- Capacidad de la línea de procesamiento de PCB's al 45%: 285.120 kg/año – 950.400 u/año

### 3.5.5. TAMAÑO DEL PROYECTO

Teniendo presente las consideraciones expuestas, la capacidad de procesamiento de la planta será de 6.621.120 Kilogramos, lo cual significa que de la cantidad disponible en la Provincia de Buenos Aires abarcamos el 42%, lo que equivale al 16,5% de RAEE's en Argentina, quedando sin procesar el 24% lo que representan 3.750.020 Kilogramos de RAEE's.

Esto implica una cantidad total de 3 líneas de producción que son respectivamente:

Una línea para desensamble y valorización de televisores con tecnología TRC y PC's completas incluyendo CPU, monitores TRC y periféricos.

Una línea de procesamiento y selección de materiales de lámparas.

Una línea de procesamiento y selección con pirolisis de PCB's.

Cada una de las anteriores cuenta con la maquinaria antes descripta y seleccionada.

### 3.5.6. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL

- Línea para desensamble y valorización: 27 PERSONAS
- Línea de tratamiento de TRC y TV: 2 PERSONAS
- Línea de procesamiento lámparas: 2 PERSONAS
- Línea de procesamiento de PCB: 4 PERSONAS

**LO QUE HACE UN TOTAL DE 35 PERSONAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

### 3.5.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La finalidad de una estructura organizacional, es establecer a través de la jerarquía un sistema de mando para trabajar en forma integrada óptimamente y así poder alcanzar las metas fijadas en la planificación.



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

A la vez que facilita los caminos de la comunicación dentro de la organización, permitiendo que esta fluya más eficazmente.

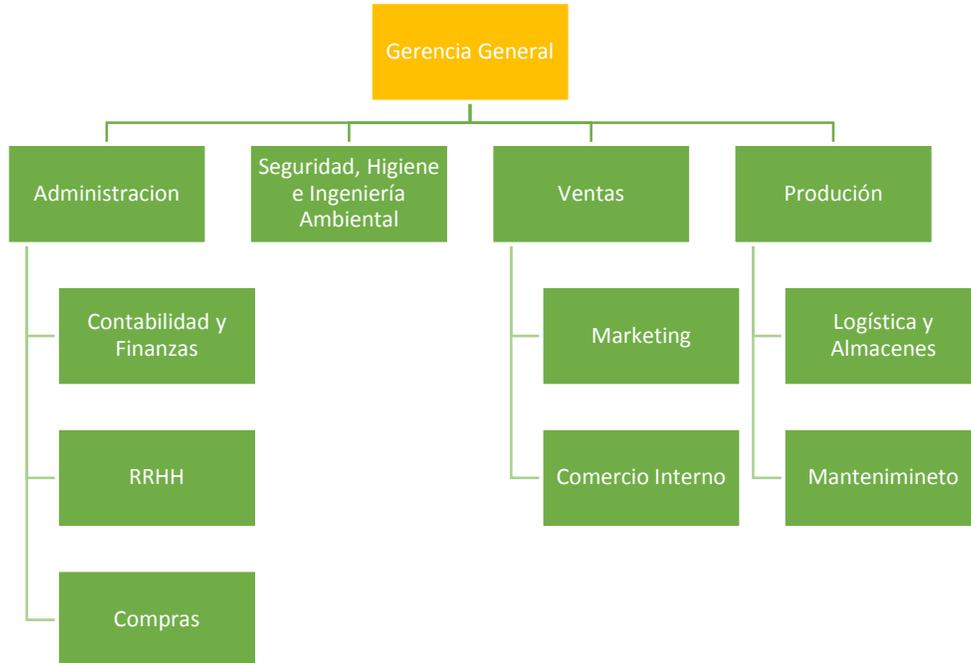


Figura 3.20: Organigrama  
Fuente: elaboración propia.

### 3.5.7.1. GERENTE

- Profesional, preferentemente Ing. Industrial o Licenciado en Administración.
- Amplios conocimientos en Medio Ambiente y desarrollo sustentable.
- Persona altamente proactiva, capaz de liderar equipos de trabajo interdisciplinarios.
- Experiencia en la actividad no menos de 2 años.
- Conocimientos avanzados de informática e idioma inglés.

### 3.5.7.2. JEFE DE MANTENIMIENTO

Educación: Ingeniero Electromecánico

Herramientas Informáticas: Microsoft Office, Inventor, AutoCAD, Programa de Gestión que la empresa posee



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Idioma: Español

Experiencia: 3 años de experiencia en mantenimiento y manejo de equipos

Capacitaciones adicionales:

- Supervisión y manejo de personal
- Relaciones humanas
- Conocimientos en robótica y mecánica

Aptitudes:

- Autoridad
- Capacidad de Observación
- Habilidad Manual
- Capacidad de improvisación

### 3.5.7.3. OPERARIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Reporta a: Encargado de Turno

Tiene autoridad sobre: Nadie

Es reemplazado por: Otro operario de línea

Obligaciones:

- Cumplir con las tareas establecidas por su superior inmediato.
- Informar a su superior de turno ante cualquier eventualidad.

Otras actividades:

- Inspeccionar y mantener en optimo estado los equipos y herramientas de trabajo.
- Mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo.
- Respetar normas de higiene y seguridad.

Competencias

Educación: Nivel secundario completo

Herramientas Informáticas: Software de la máquina que opera



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Idioma: Español

Experiencia: No necesariamente

Capacitaciones adicionales:

- Manejo de herramientas
- Conocimientos en procesos productivos

Aptitudes:

- Habilidad manual
- Capacidad de trabajo en equipo y coordinación
- Estado físico
- Orientado a los resultados
- Flexibilidad
- Pro actividad
- Buenas relaciones interpersonales

#### 3.5.7.4. ENCARGADO DE VENTA

Reporta a: Jefe de Administración

Tiene autoridad sobre: Nadie

Es reemplazado por: Jefe de Administración

Obligaciones:

- Preparar planes y presupuestos de venta.
- Informar al superior inmediato sobre las operaciones de ventas concretadas.
- Medición y evaluación del desempeño de las ventas.
- Monitoreo y análisis del ambiente de la comercialización.
- Elaborar los contratos de venta con los clientes.
- Análisis del volumen de ventas, costo y utilidades.

Otras actividades:

- Compensa, motiva y guía las fuerzas de venta.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Respetar normas de higiene y seguridad.

Competencias

Educación: Ingeniería Industrial, Licenciado en Administración.

Herramientas Informáticas: Microsoft Office, Tango, Programas de Gestión que la empresa posee

Idioma: Español – Inglés - Otros

Experiencia: 3 años de experiencia en áreas a fines.

Capacitaciones adicionales:

- Conocimientos en factores tecnológicos, económicos, legales y éticos.
- Estrategias de Marketing y negociación.

Aptitudes:

- Capacidad numérica
- Capacidad de negociación y persuasión
- Capacidad de comunicación, relación social y amabilidad
- Disponibilidad para trasladarse y viajar
- Liderazgo

Para formar la estructura organizacional antes descripta, será necesario cubrir los siguientes puestos de trabajo:

- 2 Gerencia general
- 1 Contaduría
- 1 Recursos Humanos
- 1 Encargado de Compras
- 1 Encargado de Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental
- 1 Desarrollador de Marketing
- 1 Encargado de Comercio Interno
- 1 Responsable de Logística y Almacenes
- 1 Jefe de Mantenimiento



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

- 1 Recepcionista
- 4 Encargados de Puntos Verdes

Con lo cual se entiende que para lograr el establecimiento de la anterior estructura organizacional se requieren 15 personas.

Y considerando el requerimiento de personal para el área de producción, serán necesarias 65 personas en total para la consecución eficaz de las tareas.

### 3.6. RECOLECCIÓN DE PUNTOS VERDES

Como se mencionó anteriormente, las principales fuentes de recolección de la materia prima es a través de los usuarios profesionales y de los usuarios domésticos. Para definir el tamaño de la planta se consideró que por habitante se recicla 1Kg de RAEE al año, lo cual es obligado por la Ley Provincial N° 14.321, la cual tiene como objetivo prevenir la generación de RAEE's; así como fomentar la reutilización, el reciclado, valorización y reducción del impacto ambiental de los RAEE's.

Los sujetos obligados a cumplir con la ley son productores, distribuidores y comercializadores de aparatos eléctricos y electrónicos.

#### 3.6.1. POR PARTE DE USUARIOS DE AEE'S:

La entrega de los RAEE's es sin costo alguno para el último usuario o poseedor y se realiza, según el caso, de la siguiente manera:

Cuando el usuario o poseedor adquiera un nuevo producto, que sea de tipo equivalente o realice las mismas funciones que el aparato que se desecha, podrá entregarlo conjuntamente con sus componentes esenciales, en el acto de compra del nuevo aparato al vendedor distribuidor, el que lo recibirá y lo derivará para su disposición final.

Cuando el usuario quiera disponer definitivamente de un RAEE's, y no se deberá entregar dichos residuos en los Centros de Recepción específicos que la Autoridad de Aplicación disponga conjuntamente con los Municipios.

#### 3.6.2. EN LOS CENTROS DE RECEPCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RAEE'S:

Serán dispuestos por la Autoridad de Aplicación, conjuntamente con los Municipios.



**PLANTA DE ACOPIO Y DEENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

En todos los casos, se dispondrá de un número suficiente de centros de recepción y disposición final, los que estarán distribuidos en los distintos Municipios, teniendo en cuenta criterios de accesibilidad, disponibilidad y densidad de población.

Estos Centros de Recepción, al igual que los vendedores o distribuidores que reciban estos RAEE's, dispondrán de ellos según lo determine la Autoridad de Aplicación para realizar su traslado a los Centros de Disposición Final.

Para complementar la recolección de RAEE's se propone disponer de cuatro puntos verdes por partido estratégicamente localizados a 30 Km aproximadamente del Parque Industrial La Matanza, por semana, los cuales irán rotando hasta completar un ciclo en el tercer mes. Dichos puntos verdes contarán con una oficina y lugar de almacenamiento adecuado para la correcta manipulación de los RAEE's. Una vez finalizado el ciclo se enviarán a la planta los residuos recolectados. Es necesario aclarar que previo a la localización de los puntos verdes se realizarán campañas publicitarias incentivando a las personas a realizar la disposición final de sus equipos.



# ASPECTOS AMBIENTALES Y LEGALES



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**CAPÍTULO 4: ASPECTOS AMBIENTALES Y LEGALES**

**4.1. ASPECTOS LEGALES**

4.1.1. LEGISLACIÓN NACIONAL

Tabla 4.1: Leyes y Normas Nacional

TEMA	NORMA LEGAL	CONTENIDO
<b>CONSTITUCIÓN</b>	Constitución Nacional	En los artículos 41 y 43 incluye taxativamente el derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades de las generaciones futuras. Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos. Artículo 43 Acción de amparo.
<b>COORDINACIÓN CON LAS PROVINCIAS</b>	Ley N° 25675 COFEMA	Presupuestos Mínimos – COFEMA (Congreso Federal de Medio Ambiente) Acta Constitutiva del Consejo Federal de Medio Ambiente
	Pacto Federal Ambiental	Orientado a promover políticas de desarrollo ambientalmente adecuadas en todo el territorio nacional. Promover a nivel provincial la unificación y/o coordinación de todos los organismos que se relacionen con la temática ambiental. Concentrando en el máximo nivel posible la fijación de políticas de recursos naturales y medio ambiente

**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

<b>EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	Ley N° 24051 Régimen aplicable a la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos	Se considera generador a toda persona física o jurídica, que como resultado de sus actos o de cualquier proceso, operación o actividad, produzca residuos calificados como peligrosos. Todo generador deberá solicitar su inscripción en el Registro Nacional de Generadores y Operados de Residuos Peligrosos.
	Ley N° 23354/94 Sistema Nacional de Inversiones publicas	Incluye la obligatoriedad de realizar los estudios de evaluación de impacto ambiental, como parte de las acciones a realizar dentro del ciclo de los proyectos de inversión
<b>TRANSPORTE</b>	Decreto N° 773/92	Reglamento Nacional de Transito y Transporte
<b>TRABAJO</b>	Ley N° 24557	Riesgo de trabajo
	Ley N° 20744	Ley de contrato de trabajo
	Ley N° 19587	Ley de HyST

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria

#### 4.1.2 LEGISLACIÓN PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Tabla 4.2: Leyes y Normas de la Provincia de Buenos Aires

<b>NORMA LEGAL</b>	<b>CONTENIDO</b>
Ley N° 11723	Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ley N° 14321	Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
Ley N° 2214/2006	Residuos Peligrosos en la provincia de Buenos Aires, reglamentado por el Decreto 2020/2007
Decreto N° 1025/2003	Problemática de los PCBs y sus efectos negativos sobre el ambiente y los recursos naturales. Plan Federal de Gestión, Control y Eliminación de los mismos



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria.

### 4.1.3. LEGISLACIÓN MUNICIPAL LA MATANZA

Tabla 4.3: Ordenanzas Municipales de La Matanza

NORMA LEGAL	CONTENIDO
Ordenanza N° 22658	Desarrollo Productivo
Ordenanza N° 22658/12	Régimen de Promoción Industrial
Ordenanza N° 11241/01	Aptitud Ambiental

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria.

## 4.2. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

### 4.2.1. UTILIZACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO

Las condiciones ambientales del emplazamiento deben someterse a una evaluación de impactos que pudieran darse, por la consecuencia negativa que puede acarrear su resolución y sus respectivos costos adicionales. Debe contemplarse además, la adecuación que presentan los sitios y el entorno del proyecto, a la normativa vigente.

A continuación se presentan las Listas de Chequeo, a efectos de identificar y calificar la existencia de riesgo de impacto ambiental.

**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

FACTORES AMBIENTALES		LISTA DE CHEQUEO	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	
MEDIO FÍSICO	AIRE	¿Se producirán emisiones gaseosas por la actividad?	NO	
		¿Se incrementará el nivel de ruidos de la zona por la actividad?	SI	Aumento del tráfico y la circulación de personas y ruidos propios de los equipos.
	AGUA	¿Se encuentra la actividad cercana a aguas superficiales?	NO	
		¿Modifica la actividad la descarga de sólidos en las aguas superficiales?	NO	
		¿Podría la actividad contribuir a modificar la profundidad de las napas freáticas?	NO	
		¿Podría la actividad producir alteraciones en la calidad de las aguas subterráneas aprovechables?	SI	Líquidos cloacales
		¿Podría la actividad modificar la calidad del recurso hídrico al descargar las aguas grises en el sistema de desagüe?	SI	Si no funcionara el sistema de tratamiento
		¿Podría la actividad afectar la calidad del recurso hídrico receptor de descargas de aguas residuales?	NO	
		¿Existiría -a raíz de la actividad- riesgo de anegamiento de otros sectores colindantes al sitio?	NO	



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

<b>MEDIO FÍSICO</b>	<b>SUELO</b>	¿La actividad producirá e intensificará la erosión del área?	NO	
		¿Podría la actividad variar la permeabilidad?	NO	
		¿Genera la actividad residuos sólidos?	SI	RSU
		¿Generará la actividad algún tipo de efluente líquido que afecte al suelo?	NO	
		¿Podría la actividad afectar vegetación natural?	NO	
		¿Dentro del área de emplazamiento de la actividad se contempla la forestación?	NO	
	<b>FAUNA</b>	¿Dentro del área de emplazamiento de la actividad dispondrá de espacios para áreas verdes?	NO	
		¿Afecta la actividad alguna especie interesante?	NO	
		¿Podría la actividad afectar la fauna silvestre?	NO	
<b>MEDIO PERCEPTUAL</b>	<b>PAISAJE</b>	¿Altera la actividad algún hábitat de especies interesantes o en peligro?	NO	
		¿Podría la actividad afectar sitios de valor histórico-cultural?	NO	
		¿Podría la actividad causar cambios en las características visuales?	NO	
		¿Podría la actividad interferir la vista o el acceso a vistas de factores naturales y/o culturales del paisaje?	NO	
	<b>USO DEL SUELO</b>	¿Podría la actividad introducir nuevos materiales, colores y formas al paisaje inmediato?	NO	
		¿Podría la actividad afectar el uso actual de la tierra?	NO	
		¿Podría la actividad afectar el valor de la propiedad en la zona?	NO	
		¿Producirá la actividad generación de empleos?	SI	Incremento del empleo
<b>SEGURIDAD</b>	¿Afecta la actividad las condiciones de seguridad de la zona?	SI	Riesgo de accidentes de tránsito	



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

		¿Produce la actividad Residuos Peligrosos?	SI	Componentes de los mismos residuos AEE
<b>INTERÉS SOCIAL</b>		¿Podría la actividad afectar la condición, el uso o acceso a algún espacio y/o área de recreación?	NO	
		¿Podría la actividad causar eliminación o relocalización de actividades existentes?	NO	
		¿Afecta la actividad a valores históricos- culturales?	NO	
<b>INSTITUCIONALES</b>		¿Requerirá la actividad una variación de algún estatuto, ordenanza, normativa, regulación?	SI	Tratamiento y gestión de Residuos AEE.

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria.



**PLANTA DE ACOPIO Y DEENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

4.2.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

4.2.3.1. IMPACTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS.

Una vez identificados los impactos potenciales del proyecto para el ambiente, se procede a la evaluación de los mismos, según se observa en la tabla, donde:

**Impacto:** los impactos que se analizan son los que se identifican de efecto significativo según las acciones del proyecto descriptas en las listas de chequeo.

**Signo:**

+ = efecto positivo sobre el ambiente.

- = efecto negativo sobre el ambiente.

**Intensidad:** Severidad de un impacto en función del grado de modificación de la calidad ambiental. Las categorías cualitativas son:

**A** = alta

**M** = media

**B** = baja

**Magnitud:** Área de influencia de la afectación. Las categorías cualitativas son:

**A** = alta, afecta todo el entorno.

**M** = media, afecta un sector del entorno.

**B** = baja, efecto circunscrito al espacio puntual del sitio de proyecto.

**Persistencia:** Duración en el tiempo. Las categorías son:

**T**= temporario

**P**=permanente

**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

MEDIO		IMPACTO	SIGNO	INTENSIDAD	MAGNITUD	PERSISTENCIA
<b>MEDIO FÍSICO</b>	<b>AIRE</b>	Contaminación sonora	-	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>T</b>
		Emisiones gaseosas	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	<b>AGUA</b>	Contaminación de las napas	-	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>P</b>
	<b>SUELOS</b>	Depósito de residuos sólidos	-	<b>M</b>	<b>B</b>	<b>T</b>
		Espacios Verdes	+	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>P</b>
		Efluentes líquidos	-	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>T</b>
<b>MEDIO PERCEPTUAL</b>	<b>USO DEL SUELO</b>	Modificación en el valor de la propiedad en la zona.	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>MEDIO SOCIO-ECONÓMICO</b>	<b>SEGURIDAD</b>	Riesgo de accidentes	-	<b>M</b>	<b>B</b>	<b>P</b>
		Residuos Peligrosos	-	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>P</b>
	<b>ECONÓMICO</b>	Incremento de empleo	+	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>P</b>



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**4.2.4. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

**4.2.4.1. MEDIO FÍSICO. AIRE.**

Con respecto las emisiones sonoras se consideran de intensidad baja, magnitud baja y de carácter temporario. Este aspecto se puntúa de esta manera ya que se debe principalmente al aumento de tráfico y personas circulando por el lugar que generaran ruidos molestos, pero que sólo se produce en los horarios en los que trabaja el establecimiento, no superando los límites de horarios aceptables.

No se producen emisiones gaseosas que puedan afectar el aire.

**4.2.4.2. MEDIO FÍSICO. AGUA.**

La contaminación de las napas se considera de intensidad baja, magnitud baja y de carácter permanente y se produce principalmente por los líquidos cloacales. Este aspecto se evaluó de esta manera teniendo en cuenta que no se utiliza agua durante el proceso principal de la empresa.

**4.2.4.3. MEDIO FÍSICO. SUELO.**

El principal impacto negativo sobre el suelo se debe al depósito de residuos sólidos, aspecto que se considera de media intensidad, magnitud baja y de persistencia temporaria. Si bien es importante destacar que los residuos sólidos, entre los que se encuentran pilas, baterías, fósforo, y el cañón de electrones de los monitores TRC desensamblados, serán tratados para poder mitigar sus efectos en el medio. El manejo de estos desechos sólidos estará a cargo de una empresa debidamente autorizada para el tratamiento de estos.

Por último es importante destacar el impacto positivo, considerado de baja intensidad, magnitud media y permanente, evaluada de esta manera como consecuencia de la creación de un espacio verde a los alrededores de las instalaciones.

**4.2.4.4. MEDIO PERCEPTUAL. USO DE SUELO.**

Respecto al valor de la propiedad no se considera un impacto, debido a que el predio se encuentra ubicado en el parque Industrial La Matanza.

**4.2.4.5. MEDIO SOCIO – ECONÓMICO. SEGURIDAD.**

En el caso de los accidentes se valora el aspecto como de intensidad media, magnitud baja y de carácter permanente, esta evaluación es debida al incremento de la circulación de personas y vehículos, como así también los riesgos generados por el uso de maquinaria dentro de la planta, riesgo de aspiración de materiales peligrosos, riesgo de corte, riesgo de caída.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**4.2.4.5. MEDIO SOCIO – ECONÓMICO. INCREMENTO DE EMPLEO.**

Este impacto positivo se considera sumamente importante debido a los altos índices de desempleo que se presentan en la República Argentina, pero con una intensidad media, porque el proceso requiere poco personal.

**4.2.5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN**

**4.2.5.1. RUIDOS**

Como medida de mitigación, se limitará el horario de ingreso de la materia prima al establecimiento. Se sugiere que el mismo se establezca de 7:00 a 12:00 hs. en la mañana y de 16:00 a 20:00 hs. por la tarde.

**4.2.5.2. RESIDUOS**

Realizar una correcta inspección y selección de la materia prima que ingresa a la planta, para evitar el acopio de residuos peligrosos o potencialmente peligrosos, en nuestras instalaciones.

Contratar un servicio de transporte y tratamiento de residuos peligrosos y residuos asimilables a urbanos, para que den a éstos la disposición final requerida, verificando el cumplimiento de un adecuado manejo, bajo lo citado por la Ley 24051 “Régimen aplicable a la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos”.

Comprar productos a granel y recargar los recipientes de detergentes, lavandina y demás productos limpiadores.

Comprar productos que se encuentren constituidos por elementos no peligrosos o menos peligrosos, tanto para su manejo como para el ambiente (toxicidad, biodegradabilidad, entre otros). Evitar el uso de los CFC presentes en productos de limpieza y desengrasantes o en los aerosoles.

Para productos de limpieza y desinfección conocer los símbolos de peligrosidad y toxicidad y comprobar que los productos están correctamente etiquetados, con instrucciones claras de manejo.

Reducir o eliminar el uso de elementos descartables y sustituir por materiales lavables o reutilizables.

Seleccionar, en lo posible, productos en envases fabricados con materiales reciclados, biodegradables y que puedan ser retornables a los proveedores.

Realizar un adecuado almacenamiento de los insumos para evitar pérdidas de producto.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Separar los residuos generados de manera diferenciada: papel y cartón, vidrio y plástico, materia orgánica, metales, etc. desde la fuente de generación.

Controlar la gestión correcta de los residuos sólidos, por la empresa contratada, producto de las actividades propias del establecimiento y del tratamiento de los efluentes, para evitar que la descomposición de estos genere olor.

#### 4.2.5.3. AGUA

Se tramitará ante el Departamento General de Irrigación la autorización correspondiente para la utilización agua para riego.

Establecer un programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones para evitar: el goteo y/o la formación de un hilo continuo de agua en los grifos, filtraciones en los depósitos de agua de inodoros y cañerías.

Realizar inspecciones periódicas de las instalaciones y dar aviso al personal responsable del mantenimiento.

Seleccionar especies autóctonas para jardines y áreas verdes porque se encuentran adaptadas al clima, requieren menos agua y son menos sensibles a plagas y enfermedades. Además se buscaran especies que se adapten a las características que posee el agua de reúso agrícola.

#### 4.2.5.4. SEGURIDAD

Para disminuir los riesgos de accidentes será necesario ordenar el tránsito sobre todo en los horarios de ingreso y salida al establecimiento. Se capacitará al personal sobre todo a aquellos que se desplacen en bicicletas a su trabajo sobre medidas preventivas de manejo y se proveerá de chalecos refractivos.

Iluminar la zona de entrada y circulación de los camiones.

### 4.3. CONCLUSIÓN

Desde el punto de vista legal, a nivel Nacional se presentó el inconveniente de no existir ley alguna que fomente y obligue a los habitantes a darle un destino final adecuado, a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Por el contrario en la provincia de Buenos Aires si se cuenta con una ley destinada al tratamiento de estos residuos.

Desde la perspectiva Ambiental, por los beneficios sociales y medio ambientales derivados del reciclado y correcto tratamiento de los residuos peligrosos, este proyecto se encuentra ampliamente promocionado.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL

**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Ingeniería Industrial

**Proyecto Final**

# DIAGRAMAS Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**CAPÍTULO 5: DIAGRAMAS Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA**

**5.1. DIMENSIÓN DE LA PLANTA**

Para determinar la dimensión de la planta de acopio y desensamble de RAEE's, con todas las áreas que la constituyen, se utilizara la técnica de relación de actividades, que consiste en los siguientes pasos:

1. Diagrama de relación de actividades.
2. Hoja de trabajo.
3. Diagrama adimensional de bloques.

**5.1.1. DETERMINACIÓN DE ÁREAS**

- ✓ Departamento de desensamble
- ✓ Almacén de materia prima
- ✓ Almacén de producto terminado
- ✓ Limpieza
- ✓ Oficinas
- ✓ Sanitarios y Vestuarios
- ✓ Cuarto de Herramientas
- ✓ Comedor

**5.1.2. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES**

El diagrama de la relación de actividades, al que también se le da el nombre de diagrama de análisis de afinidades, muestra las relaciones entre departamentos, oficina o áreas productivas. Responde a la pregunta ¿Qué tan importante es para este departamento, oficina o instalación, estar cerca de otro departamento?. Se utilizan códigos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación. Los códigos son los siguientes:

**A:** Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto a otro

**E:** Especialmente importante

**I:** Importante

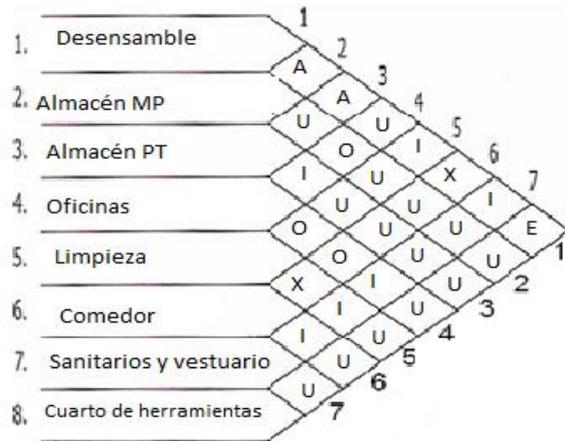
**O:** Ordinariamente importante

**U:** Sin importancia

**X:** Indeseable



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**



5.1.3. HOJA DE TRABAJO

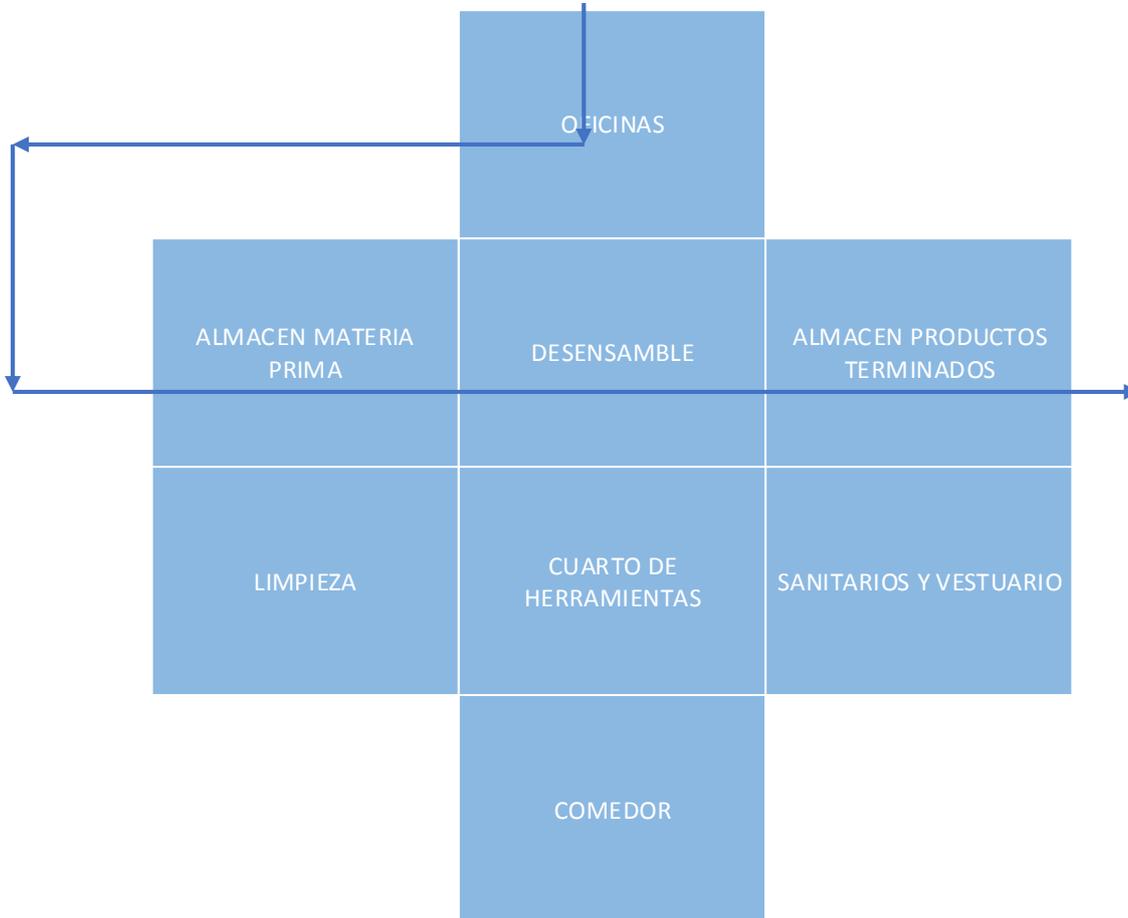
Tabla 5.1: Hoja de Trabajo

ACTIVIDAD	A	E	I	O	U	X
1 Desensamble	2-3	8	5-7	-	4	6
2 Almacén de materia prima	1	-	-	4	3-5-6-7-8	-
3 Almacén de producto terminado	1	-	4	-	5-6-7-8	-
4 Oficinas	-	-	3-7	2-5-6	1-8	-
5 Limpieza	-	-	1-7	4	2-3-8	6
6 Comedor	-	-	7	4	2-3-8	5-1
7 Sanitarios y vestuarios	-	-	1-4-5-6	-	2-3-8	-
8 Cuarto de Herramientas	-	1	-	-	2-3-4-5-6-7	-



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

5.1.4. DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUE





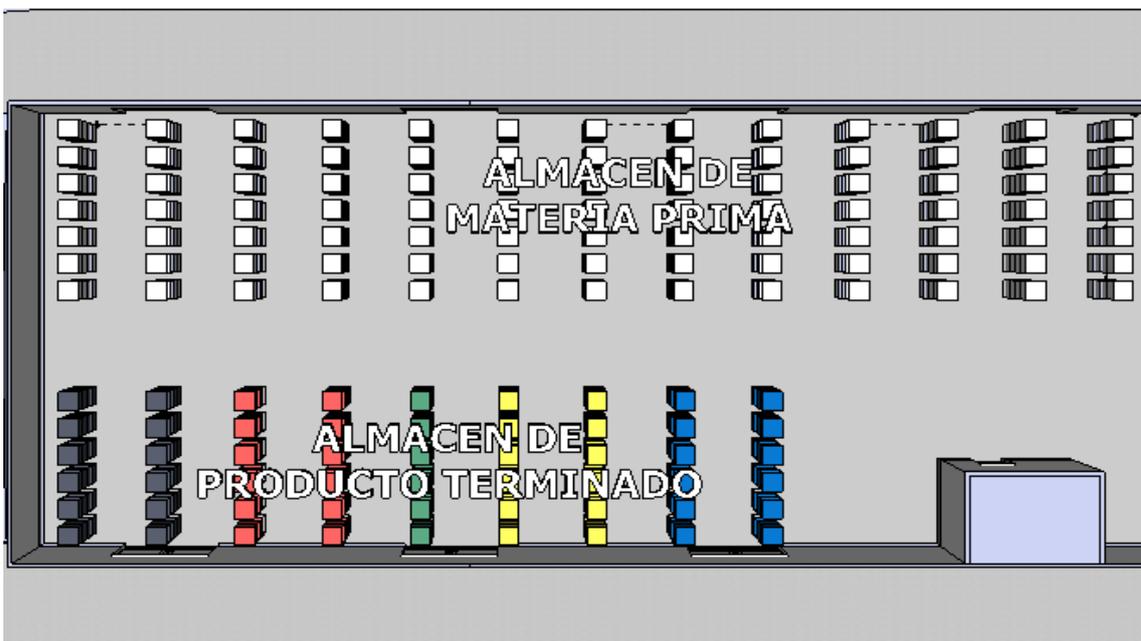
**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**5.2. LAY OUT DEL PROYECTO**





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL

Ingeniería Industrial

**Proyecto Final**

**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL

PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

Ingeniería Industrial

Proyecto Final

# EVALUACIÓN ECONÓMICA





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA  
CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA**

**6.1. INVERSION DEL PROYECTO**

Una vez establecido el tamaño del proyecto estamos en condiciones de plantear la inversión necesaria para el mismo.

Tabla 6.1: Inversión del Proyecto

DETALLE	EXISTENTE	
	VALORES	INCIDENCIA
Inmuebles	\$ 23.582.431,52	56,8%
Maquinarias + Costos Aduana	\$ 15.408.751,42	37,1%
Instalaciones	\$ 159.287,00	0,4%
Equipos	\$ 34.254,00	0,1%
Rodados	\$ 177.500,00	0,4%
Herramientas	\$ 17.436,00	0,0%
Otros	\$ 2.165.347,50	5,2%
<b>Total General</b>	<b>\$ 41.545.007,44</b>	

DETALLE	Unidad	Cantidades	Precio Unitario	Precio
			Compra s/I.V.A.	Total

(1)	Inmuebles				
1.1	Terreno	m2	6871,00	\$ 767,12	\$ 5.270.881,52
1.2	Edificio	m2	2154,30	\$ 8.500,00	\$ 18.311.550,00
	<b>Totales</b>				<b>\$ 23.582.431,52</b>

(2)	Maquinarias				
2.1	Recicladora LAMPARAS	un	1	\$ 4,118,364.00	\$ 4,118,364.00
2.2	Recicladora PCB	un	1	\$ 5,887,200.00	\$ 5,887,200.00
2.3	Recicladora de TRC	un	1	\$ 981,200.00	\$ 981,200.00
2.4	Trituradora	un	1	\$ 58,872.00	\$ 58,872.00
	<b>Totales</b>				<b>\$ 11,045,636.00</b>



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

<b>(3)</b>	<b>Costos de Aduana</b>				
3.1	Derechos	%	0.16	\$ 11,045,636.00	\$ 1,767,301.76
3.2	Tasa de Estadía	%	0.05	\$ 11,045,636.00	\$ 552,281.80
3.3	IVA General	%	0.105	\$ 11,045,636.00	\$ 1,159,791.78
3.4	IVA Adicional	%	0.05	\$ 11,045,636.00	\$ 552,281.80
3.5	Ganancia	%	0.03	\$ 11,045,636.00	\$ 331,369.08
3.6	Tasa Oficial de Aduana	USD	10	\$ 89.20	\$ 89.20
	<b>Totales</b>				<b>\$ 4,363,115.42</b>

<b>(4)</b>	<b>Instalaciones</b>				
4.1	Mesas de trabajo	un	6	\$ 1,185.00	\$ 7,110.00
4.2	Módulo de almacenamiento	un	1	\$ 2,686.00	\$ 2,686.00
4.3	Escritorio	un	11	\$ 760.00	\$ 8,360.00
4.4	Sillas oficina	un	17	\$ 277.00	\$ 4,709.00
4.5	Computadora	un	11	\$ 6,715.00	\$ 73,865.00
4.6	Impresora	un	1	\$ 1,975.00	\$ 1,975.00
4.7	Archivadores	un	5	\$ 592.00	\$ 2,960.00
4.8	Armario Biblioteca	un	4	\$ 1,185.00	\$ 4,740.00
4.9	Teléfono	un	5	\$ 553.00	\$ 2,765.00
4.10	Mesa comedor + sillas	un	9	\$ 1,500.00	\$ 13,500.00
4.11	Heladera	un	1	\$ 7,110.00	\$ 7,110.00
4.12	Locker	un	3	\$ 1,793.00	\$ 5,379.00
4.13	Cocina	un	1	\$ 5,530.00	\$ 5,530.00
4.14	Matafuego	un	11	\$ 418.00	\$ 4,598.00
4.15	Báscula	un	1	\$ 14,000.00	\$ 14,000.00
	<b>Total</b>				<b>\$ 159,287.00</b>

<b>(5)</b>	<b>Equipos</b>				
5.1	Compresor	un	1	\$ 4,544.00	\$ 4,544.00
5.2	Equipo frio calor	un	5	\$ 3,550.00	\$ 17,750.00
5.3	Atornillador taladro	un	22	\$ 480.00	\$ 10,560.00
5.4	Amoladora	un	2	\$ 700.00	\$ 1,400.00
	<b>Totales</b>				<b>\$ 34,254.00</b>



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

<b>(6)</b>	<b>Rodados</b>				
5.1	Auto elevador	un	1	\$ 177,500.00	\$ 177,500.00
	<b>Totales</b>				<b>\$ 177,500.00</b>

<b>(7)</b>	<b>Herramientas de taller</b>				
7.1	Destornilladores Philips	un	6	\$ 355.00	\$ 2,130.00
7.2	Destornilladores planos	un	6	\$ 355.00	\$ 2,130.00
7.3	Llaves Allem	un	6	\$ 600.00	\$ 3,600.00
7.4	Martillo	un	6	\$ 95.00	\$ 570.00
7.5	Juegos de 4 pinzas	un	6	\$ 316.00	\$ 1,896.00
7.6	Juego de llaves francesas	un	6	\$ 1,185.00	\$ 7,110.00
	<b>Totales</b>				<b>\$ 17,436.00</b>

<b>(8)</b>	<b>Otros</b>				
8.1	Bin	un	3047	\$ 592.50	\$ 1,805,347.50
8.2	Oficinas móviles	un	4	\$ 90,000.00	\$ 360,000.00
	<b>Totales</b>				<b>\$ 2,165,347.50</b>

## 6.2. COSTOS DEL PROYECTO

Se consideran los costos de inversión, costos fijos y variables para un año productivo, incluyendo las amortizaciones correspondientes.

Sistema utilizado: Sistema de costo por absorción. El método de costeo por absorción incluye los costos de los elementos (materiales, mano de obra y costos indirectos) incorporados a los productos, tanto sean fijos o variables. Es decir, los artículos absorben los costos de los mismos, independientemente de su comportamiento con relación al volumen de actividad.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

6.2.1. COSTOS DE OPERACIÓN

Tabla 6.2: Elementos de Seguridad

	INSUMOS DIRECTOS E INDIRECTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/IVA	PRECIO TOTAL	INCIDENCIA EN C.O.T.
1	Mameluco	un	35	\$ 237.00	\$ 8,295.00	9.06%
2	Botas de seguridad	par	35	\$ 276.00	\$ 9,660.00	10.55%
3	Guantes	par	35	\$ 47.50	\$ 1,662.50	1.82%
4	Casco	un	35	\$ 27.60	\$ 966.00	1.06%
5	Mascara	un	8	\$ 110.60	\$ 884.80	0.97%
6	Antiparras	un	35	\$ 39.50	\$ 1,382.50	1.51%
7	Bolsas Big Bag	un	3000	\$ 22.90	\$ 68,700.00	75.04%
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 91,550.80</b>	

Tabla 6.3: Insumos PCB

Insumos Maquina PCB por tonelada						Toneladas Anuales
	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	285.00	
1	Clasificador 1	Kg	2.5	\$ 75.00	\$ 187.50	\$ 53,437.50
2	Ácido Sulfúrico	Lt	10	\$ 30.00	\$ 300.00	\$ 85,500.00
3	Ácido Nítrico	Lt	24	\$ 190.00	\$ 4,560.00	\$ 1,299,600.00
4	Ácido clorhídrico	Lt	45	\$ 30.00	\$ 1,350.00	\$ 384,750.00
5	Sulfato de hierro	Kg	40	\$ 50.00	\$ 2,000.00	\$ 570,000.00
6	Alcohol etílico	Lt	30	\$ 15.00	\$ 450.00	\$ 128,250.00
7	Clasificador 2	Kg	17	\$ 15.00	\$ 255.00	\$ 72,675.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 9,102.50</b>	<b>\$ 2,594,212.50</b>

6.2.2. COSTOS DE PERSONAL

Se contemplan costos derivados de la Mano de Obra permanente. Se estiman los sueldos del personal con las cargas sociales y responsabilidades, establecidos en la tabla de remuneraciones mínimas vigentes según régimen nacional de trabajadores del plástico en todas sus categorías, de la provincia de Buenos Aires.

A su vez se considera el sueldo de gerenciamiento del proyecto, el cual no se encuentra fijado por el régimen nacional de trabajadores del plástico.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 6.4: Costos de Personal

COSTOS PERSONAL							INCIDENCIA POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN		
CATEGORIA	DETALLE	CANTIDAD	HORAS ANUAL	\$/HORA CON CARGA SOCIAL	TOTAL ANUAL	% INCIDENCIA EN C.P.T.	LÁMPARAS %	PCB %	DESENSAMBLE Y TRC %
							0.3	0.3	0.4
ADMINISTRATIVO NIVEL 5	GERENTE GENERAL	2	2288	\$ 240.00	\$1,098,240.00	14.99%	\$ 329,472.00	\$ 329,472.00	\$ 439,296.00
CONTADOR		1	240	\$ 250.00	\$ 60,000.00	0.82%	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 24,000.00
ADMINISTRATIVO NIVEL 4	RRHH	1	2288	\$ 69.90	\$ 159,931.20	2.18%	\$ 47,979.36	\$ 47,979.36	\$ 63,972.48
ADMINISTRATIVO NIVEL 4	SEGURIDAD E HIGIENE	1	2288	\$ 69.90	\$ 159,931.20	2.18%	\$ 47,979.36	\$ 47,979.36	\$ 63,972.48
ADMINISTRATIVO NIVEL 4	MARKETING	1	2288	\$ 69.90	\$ 159,931.20	2.18%	\$ 47,979.36	\$ 47,979.36	\$ 63,972.48
ADMINISTRATIVO NIVEL 4	LOGISTICA Y ALMACENES	1	2288	\$ 69.90	\$ 159,931.20	2.18%	\$ 47,979.36	\$ 47,979.36	\$ 63,972.48
ADMINISTRATIVO NIVEL 4	COMERCIO INTERNO	1	2288	\$ 69.90	\$ 159,931.20	2.18%	\$ 47,979.36	\$ 47,979.36	\$ 63,972.48
ADMINISTRATIVO NIVEL 4	VENTAS	1	2288	\$ 69.90	\$ 159,931.20	2.18%	\$ 47,979.36	\$ 47,979.36	\$ 63,972.48
OFICIAL DE MANTENIMIENTO		1	2288	\$ 72.03	\$ 164,804.64	2.25%	\$ 49,441.39	\$ 49,441.39	\$ 65,921.86
ADMINISTRATIVO NIVEL 1	RECEPCIONISTA	5	2288	\$ 62.66	\$ 716,830.40	9.79%	\$ 215,049.12	\$ 215,049.12	\$ 286,732.16
OPERADOR ESPECIALIZADO	JEFE DE PRODUCCIÓN	1	2288	\$ 64.87	\$ 148,422.56	2.03%	\$ 44,526.77	\$ 44,526.77	\$ 59,369.02
OPERADOR		8	2288	\$ 60.00	\$ 823,680.00	11.24%	\$ 274,560.00	\$ 274,560.00	\$ 329,472.00
OPERARIO		27	2288	\$ 51.38	\$ 3,174,050.88	43.33%	\$ -	\$ 825,253.23	\$ 2,348,797.65
MAQUINISTA		1	2288	\$ 78.66	\$ 179,974.08	2.46%	\$ 53,992.22	\$ 53,992.22	\$ 71,989.63
<b>TOTAL DE COSTO DE PERSONAL</b>					<b>\$ 7,325,589.76</b>	<b>100.00%</b>	<b>\$ 1,272,917.66</b>	<b>\$ 2,098,170.89</b>	<b>\$ 4,009,413.20</b>
<i>Incidencia de costos de personal por producto</i>							<b>17.38%</b>	<b>28.64%</b>	<b>54.73%</b>



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Los costos de personal fijo los cuales incluyen; Gerentes Generales, Contador, Oficial de Mantenimiento, Personal Administrativo, Operador Especializado y maquinista, se prorrataron de la siguiente manera; 30% Línea PCB, 30% Línea Lámparas, 40% Línea Desensamble y TRC, basándonos en el siguiente criterio:

La línea de PCB por trabajar solamente un turno de cuatro horas diarias y por compartir personal del tipo variable con la línea de desensamble es que se le asigna tal porcentaje, por otro lado a la línea de lámparas se le asignó también el 30% porque aunque cumple un turno diario de 8 horas, no necesita más que dos operadores en la línea. Mientras que a la línea de desensamble y TRC se le asignó un porcentaje más elevado por requerir mayor cantidad de personal variable, lo que implica un mayor uso de las instalaciones como del personal administrativo.

### 6.2.3. AMORTIZACIÓN

Se determinan las cuotas de amortizaciones y el valor residual de inversiones en activos fijos con el criterio de depreciación lineal. El porcentaje de las mismas corresponden a lo establecido por la A.F.I.P.

Tabla 6.5: Amortización

TABLA DE AMORTIZACIONES			TOTALES	PORCENTUALES
CONCEPTO	VIDA UTIL	PORCENTAJE		
Muebles y útiles	10 años	0.10	\$ 76,084.00	\$ 7,608.40
Instalaciones	10 años	0.10		
Maquinarias y equipos	10 años	0.10	\$ 15,443,005	\$ 1,544,301
Herramientas	3 años	0.33	\$ 17,436.00	\$ 5,811.42
Rodados	5 años	0.20	\$ 177,500.00	\$ 35,500.00
Contenedores Plásticos	5 años	0.20	\$ 2,165,347.50	\$ 433,069.50
Equipos de Computación	3 años	0.33	\$ 78,605.00	\$ 26,199.05
Inmueble	50 años	0.02	\$ 18,311,550.00	\$ 366,231.00

**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

ITEMS	AÑOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inmueble	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00	7,324,620.00
Muebles y útiles e Instalaciones	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40	7,608.40
Maquinarias y Equipos	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54	1,544,300.54
Rodados	35,500.00	35,500.00	35,500.00	35,500.00	35,500.00						
Contenedores Plásticos	433,069.50	433,069.50	433,069.50	433,069.50	433,069.50						
Equipos de Computación	26,199.05	26,199.05	26,199.05								
Herramientas	5,811.42	5,811.42	5,811.42								

<b>Depreciaciones Totales</b>	9,377,108.91	<b>9,377,108.91</b>	<b>9,377,108.91</b>	<b>9,345,098.44</b>	<b>9,345,098.44</b>	<b>8,876,528.94</b>	<b>8,876,528.94</b>	<b>8,876,528.94</b>	<b>8,876,528.94</b>	<b>8,876,528.94</b>
-------------------------------	--------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------



## PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

### 6.2.4. COSTOS MENSUALES

Para evaluar los costos mensuales en los que se incurrirá, se tuvieron las siguientes consideraciones:

**Costo personal anual:** detallado anteriormente. Tabla 6.4.

**Electricidad:** se consideró el cargo fijo por potencia contratada menor a los 300 kW, siendo grandes consumidores de alta tensión, registrándose en la categoría T-3 y el costo variable por energía consumida bimestralmente.

**Agua:** cargo por consumidor industrial.

**Gas:** cargo por consumo industrial.

**Teléfono, Internet:** servicio de Claro, pack empresa.

**Combustibles:** consumible por el auto elevador, 29,4 KW/2400 rpm. Consume entre 14 y 17 L/h, lo que hace un total de 2184 L/mes.

**Certificación Ambiental Anual:** la que incluye el registro como generadores y operadores de residuos peligrosos.

**Transporte de RAEE:** referido al transporte de los RAEE recolectados en los puntos verdes antes descritos.

**Disposición final de Residuos Peligrosos:** este ítem incluye la disposición final y transporte de residuos peligrosos como el mercurio, fósforo y condensadores que se generarán a partir de los procesos.

**Expensas:** costo detallado en el presupuesto del terreno del Parque Industrial La Matanza.

**Elementos de seguridad personal:** costo de la ropa y elementos de seguridad para el personal, antes descrito, los mismos se renovarán anualmente. Tabla 6.2.

**Mantenimiento puntos verdes:** incluye los costos de personal y mantenimiento de las cabinas dispuestas semanalmente para la recolección de los residuos AEE.

**Mantenimiento:** considerando la constante utilización de 4 máquinas presentes en el proceso, se requerirá de mantenimiento del tipo preventivo, por lo que se incluye este costo en concepto de repuestos.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**Marketing:** el establecimiento de los distintos puntos verdes y la constante necesidad de publicitar y dar a conocer la actividad de reciclado, hace de imprescindible importancia el costo de marketing.

**Insumos PCB:** productos químicos antes detallados. Tabla 6.5.

**Gastos Generales:** abarca gastos como la papelería de oficina, elementos de limpieza de la planta en general, entre otros.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

COSTOS MENSUALES		AÑO OPERATIVO													
ITEMS	CATEGORÍA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL ANUAL	
	Costo personal anual	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	
	<b>TOTAL COSTO PERSONAL</b>	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 610.465,81	\$ 7.325.589,76	
OPERATIVOS	Electricidad		\$ 10.067,90		\$ 10.067,90		\$ 10.067,90		\$ 10.067,90		\$ 10.067,90		\$ 10.067,90	\$ 10.067,90	
	Agua		\$ 1.316,46		\$ 1.316,46		\$ 1.316,46		\$ 1.316,46		\$ 1.316,46		\$ 1.316,46	\$ 1.316,46	
	Gas		\$ 68,82		\$ 68,82		\$ 68,82		\$ 68,82		\$ 68,82		\$ 68,82	\$ 68,82	
	Teléfono, Internet	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	\$ 580,00	
	Combustibles	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	\$ 25.727,52	
	Certificación Ambiental Anual	\$ 4.000,00													
	Transporte de RAEE	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00	
	Disposición final de Residuos P.	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	\$ 128.394,00	
	Expensas	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	\$ 3.416,80	
	Elementos de seguridad personal	\$ 91.550,80													
	Mantenimiento puntos verdes	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	
	Mantenimiento	\$ 50.000,00													
	Marketing	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	
	Insumos PCB	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	\$ 216.184,38	
	Gastos Generales	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	
	<b>TOTAL COSTO OPERATIVO</b>	\$ 546.653,50	\$ 412.555,88	\$ 401.102,70	\$ 412.555,88	\$ 401.102,70	\$ 412.555,88	\$ 401.102,70	\$ 412.555,88	\$ 401.102,70	\$ 412.555,88	\$ 401.102,70	\$ 412.555,88	\$ 5.027.502,22	
	<b>TOTALES MENSUALES</b>	\$ 1.157.119,31	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 12.353.091,98	



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 6.7. Ingresos Mensuales

INGRESOS MENSUALES				AÑO OPERATIVO												TOTAL ANUAL	
Item	Producto	Cantidad Kg	Precio Unit	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
1	Vidrio	4.551.402	\$ 0,60	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 227.570,11	\$ 2.730.841,34
2	Plástico	475.960	\$ 3,00	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 118.990,08	\$ 1.427.880,96
3	Metal	126.720	\$ 15,82	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 167.059,20	\$ 2.004.710,40
4	Hierro	418.176	\$ 2,47	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 86.074,56	\$ 1.032.894,72
5	Cobre	266.112	\$ 29,67	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 657.961,92	\$ 7.895.543,04
6	Niquel	99.222	\$ 56,48	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 467.003,75	\$ 5.604.045,00
7	Oro	71	\$ 187.320,00	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 1.112.680,80	\$ 13.352.169,60
8	Plata	143	\$ 2.319,50	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 27.640,71	\$ 331.688,50
9	Platinoides	43	\$ 156.100,00	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 559.358,33	\$ 6.712.300,00
10	Cobre Puro	71.250	\$ 28,50	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 169.218,75	\$ 2.030.625,00
11	Cable	39.537	\$ 9,89	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 32.584,78	\$ 391.017,37
<b>TOTAL KILOS</b>				\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 43.513.715,94
<b>CAPITAL DE TRABAJO POR DEFICIT ACUMULADO MÁXIMO</b>				<b>AÑO OPERATIVO</b>													
Items	DETALLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE				
	INGRESOS		\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	\$ 3.626.142,99	
	EGRESOS	\$ 1.157.119,31	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.011.568,51	\$ 1.023.021,69	\$ 1.023.021,69	
	FLUJO DE CAJA	\$ -1.157.119,31	\$ 2.603.121,31	\$ 2.614.574,49	\$ 2.603.121,31	\$ 2.614.574,49	\$ 2.603.121,31	\$ 2.614.574,49	\$ 2.603.121,31	\$ 2.614.574,49	\$ 2.603.121,31	\$ 2.614.574,49	\$ 2.603.121,31	\$ 2.614.574,49	\$ 2.603.121,31	\$ 2.603.121,31	
	DEFICIT ACUMULADO MAXIMO	\$ -1.157.119,31	\$ 1.446.002,00	\$ 4.060.576,48	\$ 6.663.697,79	\$ 9.278.272,28	\$ 11.881.393,58	\$ 14.495.968,07	\$ 17.099.089,38	\$ 19.713.663,86	\$ 22.316.785,17	\$ 24.931.359,66	\$ 27.534.480,96	\$ 30.151.001,92	\$ 32.764.583,88	\$ 35.379.686,84	\$ 38.000.291,78



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Como puede observarse en la tabla se han considerado como ingresos al precio de venta por kilo de cada uno de los materiales obtenidos en el proceso de desensamble. Dichos precios son, en su mayoría, obtenidos de las empresas compradoras de chatarras como es en el caso del vidrio, plástico, metal, hierro, cobre, níquel y cables. Diferente es el caso del oro, la plata, el cobre puro y los platinoides que por tener una pureza entre 98% y 99%, su precio de venta queda determinado por los valores de los mismos a nivel internacional.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Tabla 6.8. Incidencia de los Costos Unitarios

PRODUCTOS	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	COSTO T U	INCIDENCIA EN CT	CANTIDADES PRO	COSTO TOTAL X PTO	PERSONAL	OPERACIÓN	DEPRESIACIONES	CU PERSONAL	CU OPERACIÓN	CU DEPRE
CABLE	\$ 126.349,62	\$ 66.612,89	\$ 4,88	1%	39536,64	\$ 192.962,52	\$ 65.826,28	\$ 45.176,13	\$ 81.954,23	\$ 1,66	\$ 1,14	\$ 2,07
PLÁSTICO	\$ 461.391,84	\$ 243.250,78	\$ 1,48	3%	475960,32	\$ 704.642,62	\$ 240.378,30	\$ 164.969,98	\$ 299.272,87	\$ 0,51	\$ 0,35	\$ 0,63
HIERRO	\$ 333.759,75	\$ 175.961,76	\$ 1,22	2%	418.176	\$ 509.721,51	\$ 173.883,88	\$ 119.335,32	\$ 216.486,79	\$ 0,42	\$ 0,29	\$ 0,52
COBRE	\$ 2.551.290,49	\$ 1.345.068,01	\$ 14,64	18%	266112,00	\$ 3.896.358,50	\$ 1.329.184,48	\$ 912.210,23	\$ 1.654.845,12	\$ 4,99	\$ 3,43	\$ 6,22
NÍQUEL	\$ 1.810.837,66	\$ 954.693,25	\$ 27,87	13%	99221,76	\$ 2.765.530,92	\$ 943.419,54	\$ 647.462,39	\$ 1.174.564,75	\$ 9,51	\$ 6,53	\$ 11,84
VIDRIO	\$ 882.596,57	\$ 465.314,48	\$ 0,30	6%	4551402,24	\$ 1.347.911,05	\$ 459.819,71	\$ 315.571,13	\$ 572.479,16	\$ 0,10	\$ 0,07	\$ 0,13
METAL	\$ 648.030,76	\$ 341.648,85	\$ 7,81	5%	126720,00	\$ 989.679,61	\$ 337.614,41	\$ 231.702,46	\$ 420.332,59	\$ 2,66	\$ 1,83	\$ 3,32
ORO	\$ 4.314.492,76	\$ 2.274.647,37	\$ 92.440,24	31%	71,28	\$ 6.589.140,13	\$ 2.247.786,69	\$ 1.542.640,65	\$ 2.798.512,09	\$ 31.534,61	\$ 21.641,98	\$ 39.260,83
PLATA	\$ 107.178,66	\$ 56.505,75	\$ 1.144,65	1%	143,00	\$ 163.684,41	\$ 55.838,49	\$ 38.321,57	\$ 69.519,36	\$ 390,48	\$ 267,98	\$ 486,15
PLATINOIDES	\$ 2.168.948,61	\$ 1.143.493,23	\$ 77.033,53	15%	43,00	\$ 3.312.441,84	\$ 1.129.990,03	\$ 775.504,44	\$ 1.406.846,47	\$ 26.278,84	\$ 18.034,99	\$ 32.717,36
COBRE PURO	\$ 656.156,80	\$ 345.932,98	\$ 14,06	5%	71250,00	\$ 1.002.089,78	\$ 341.847,95	\$ 234.607,92	\$ 425.603,39	\$ 4,80	\$ 3,29	\$ 5,97
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>\$ 14.061.033,53</b>	<b>\$ 7.413.129,36</b>		<b>100%</b>	<b>6048636,24</b>	<b>\$ 21.474.162,88</b>	<b>\$ 7.325.589,76</b>	<b>\$ 5.027.502,22</b>	<b>\$ 9.120.416,83</b>			
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>\$ 21.474.162,88</b>											
<b>COSTO PERSONAL</b>	<b>\$ 7.325.589,76</b>			<b>34%</b>								
<b>COSTOS DE OPERAC</b>	<b>\$ 5.027.502,22</b>			<b>23%</b>								
<b>DEPRESIACIONES</b>	<b>\$ 9.120.416,83</b>			<b>42%</b>								



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

### 6.5. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

Existen varias formas y modelos para estimar el costo patrimonial. En el presente caso se toma el CAPM (capital asset pricing model), modelo de valorización de activos de capital, por ser uno de los más utilizados, cuyo fundamento central consiste en que la única fuente de riesgo que afecta la rentabilidad de las inversiones es el riesgo de mercado, el cual es medido mediante beta, que relaciona el riesgo del proyecto con el riesgo de mercado.

La relación que existe entre el riesgo del proyecto respecto del riesgo de mercado se conoce como  $\beta$ . El beta mide la sensibilidad de un cambio de la rentabilidad de una inversión individual al cambio de la rentabilidad del mercado en general. El riesgo de mercado siempre será igual a 1.

Un  $\beta$  superior a 1, significa que ese proyecto es más riesgoso respecto del riesgo de mercado.

Un  $\beta$  menor a 1, significa que dicha inversión es menos riesgosa que el riesgo del mercado.

Un inversión con un  $\beta$  igual a cero significa que es la una inversión libre de riesgo, como los bonos de tesorería.

Para la determinación del costo de capital propio o patrimonial por este método debe utilizarse la siguiente ecuación:

Donde:

$K_e$  : tasa de costo de capital (tasa de descuento del proyecto)

$R_f$  : tasa libre de riesgo

$E(R_m)$ : tasa de rentabilidad observada en el mercado

$\beta$ : beta del sector

$R_p$ : riesgo país

La tasa libre de riesgo se calcula a partir de la tasa o rentabilidad que entregan los pagarés de largo plazo de tesorería, que se estima en 4,62%.

El retorno esperado del mercado, comúnmente se mide a través de la rentabilidad histórica del mercado bursátil. En el presente caso se toma 9,56%.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS  
Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Para el caso de beta, se toma igual a 1,32 obtenido del cuadro elaborado por Aswath Damodaran, enero 2015.

Respecto al riesgo país, se consideró el promedio de los últimos 10 años dando como resultado 777 puntos.

Resolviendo la ecuación se tiene:

$$K_e = 4,62 + [9,56 - 4,62] * 1,32 + 7,77$$

$$K_e = 18,91$$

Obtenido este valor, se utiliza el mismo para obtener el retorno esperado del Proyecto.



PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA

Tabla 6.9: Flujo de Caja

Items	FLUJO DE CAJA GENERAL										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ingresos por venta										
Ingresos por venta		\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94	\$ 43.513.715,94
Ingresos Brutos					\$ -1.740.548,64	\$ -1.740.548,64	\$ -1.740.548,64	\$ -1.740.548,64	\$ -1.740.548,64	\$ -1.740.548,64	\$ -1.740.548,64
Costo Operación		\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22	\$ -5.027.502,22
Costo Operación (personal)		\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76	\$ -7.325.589,76
Depreciaciones		\$ -9.377.108,91	\$ -9.377.108,91	\$ -9.377.108,91	\$ -9.345.098,44	\$ -9.345.098,44	\$ -8.876.528,94	\$ -8.876.528,94	\$ -8.876.528,94	\$ -8.876.528,94	\$ -8.876.528,94
Venta de activo						\$ 50.000,00					
Utilidades antes de impuestos		\$ 21.783.515,05	\$ 21.783.515,05	\$ 21.783.515,05	\$ 20.074.976,88	\$ 20.124.976,88	\$ 20.543.546,38	\$ 20.543.546,38	\$ 20.543.546,38	\$ 20.543.546,38	\$ 20.543.546,38
Impuesto a las utilidades		\$ -7.624.230,27	\$ -7.624.230,27	\$ -7.624.230,27	\$ -7.026.241,91	\$ -7.043.741,91	\$ -7.190.241,23	\$ -7.190.241,23	\$ -7.190.241,23	\$ -7.190.241,23	\$ -7.190.241,23
Utilidad neta		\$ 14.159.284,78	\$ 14.159.284,78	\$ 14.159.284,78	\$ 13.048.734,97	\$ 13.081.234,97	\$ 13.353.305,15	\$ 13.353.305,15	\$ 13.353.305,15	\$ 13.353.305,15	\$ 13.353.305,15
Depreciaciones		\$ 9.377.108,91	\$ 9.377.108,91	\$ 9.377.108,91	\$ 9.345.098,44	\$ 9.345.098,44	\$ 8.876.528,94	\$ 8.876.528,94	\$ 8.876.528,94	\$ 8.876.528,94	\$ 8.876.528,94
Valor de libro											
Inversion inicial	\$ -49.401.168,35										
Inversion de reemplazo				-96.041		\$ -2.702.847,50					
Inversion en capital de trabajo	\$ -1.375.930,57										
Recupero de Capital de Trabajo											\$ 1.375.930,57
Valor residual											\$ 15.270.881,52
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>\$ -50.777.098,92</b>	<b>\$ 23.536.393,69</b>	<b>\$ 23.536.393,69</b>	<b>\$ 23.440.352,69</b>	<b>\$ 22.393.833,41</b>	<b>\$ 19.723.485,91</b>	<b>\$ 22.229.834,09</b>	<b>\$ 22.229.834,09</b>	<b>\$ 22.229.834,09</b>	<b>\$ 22.229.834,09</b>	<b>\$ 38.876.646,18</b>
<b>VAN=</b>	<b>\$ 50.694.970,82</b>										
<b>TIR=</b>	<b>44%</b>										



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Nota: para el año 5 se propone una inversión de reemplazo para los bins, las oficinas móviles y el rodado, teniendo en cuenta su vida útil, y considerando un el valor de mercado nulo para los dos primeros, y de \$50.000 para los últimos. Por otro lado para el año 3 se calculó el reemplazo de las herramientas de trabajo sin valor de mercado como así también de los equipos informáticos, con las mismas características que los anteriores.

Según el escenario planteado se consideró como tiempo para la puesta en marcha del proyecto un año, teniendo en cuenta la demora en la construcción de la planta, la llegada de las máquinas y la instalación de las mismas. Para esta etapa será necesario invertir una cantidad de \$ 41,545,007.44 , con una inversión en capital de trabajo de \$ 1,157,119.31 . Como el desembolso de la inversión no se realiza todo al mismo tiempo sino que cada etapa necesita su período de ejecución será necesario actualizar el valor de la inversión, es decir obtener el valor futuro de la misma al comienzo del año 1, momento donde el proyecto comienza su actividad. La actualización de este valor implica un aumento en la inversión inicial de \$49,401,168.35 y una inversión en el capital de trabajo de \$ 1,375,930, teniendo en cuenta la misma tasa de descuento utiliza en el proyecto de 18.91%.



# ANALISIS DE RIESGO Y SENSIBILIDAD





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE RIESGO Y SENSIBILIDAD**

**7.1. ANÁLISIS DE RIESGO**

“El riesgo está constituido por la posibilidad que un hecho que tiene consecuencias no deseables se produzca” (OCDE 1983).

Basándose en la definición presentada, se plantea una matriz que incluye la identificación de los riesgos del presente proyecto y una cuantificación de los mismos que permita su control a través de la adecuada Gestión Operativa.

La matriz consta de cuatro columnas, de la manera que sigue:

- **Probabilidad de ocurrencia:** se evalúa y pondera con un porcentaje de cero a uno.
- **Impacto:** este valor se basa en la condición de que, producido el hecho, el mismo tiene un impacto neto en la totalidad del proyecto, con un valor que va de uno a diez.
- **Costo:** de producido el hecho, que porcentaje de recursos afecta al proyecto. Es decir, si del análisis económico resulta que los costos de operación son \$100 y se dice que el porcentaje de incidencia es del 0,23%, implica que ese hecho, demanda una suma de recursos de \$23.
- **Mitigación:** implica los recursos que se deberán asignar previamente, en porcentaje de los costos de operación del proyecto, para mitigar o evitar la ocurrencia del efecto nocivo.

**7.1.2. RIESGOS EVALUADOS**

- **DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA:** hace referencia al riesgo existente en la obtención de la materia prima disponible para procesar, en el desarrollo del proyecto se establece una cantidad determinada de la misma la que puede variar modificando así el escenario planteado.
- **AUMENTO DE COSTOS VARIABLES:** podría darse tras un aumento del costo de la mano de obra directa, o bien de los insumos requeridos para llevar a cabo el proceso productivo
- **LEGAL Y AMBIENTAL:** este proyecto por ser meramente ambiental se encuentra íntimamente ligado a cualquier cambio en la legislación tanto provincial como nacional, pudiendo de esta forma verse afectado.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- **REDUCCIÓN PRECIO DE VENTA:** el precio de venta de algunos de los productos obtenidos en el proceso podría disminuir, provocando una merma en los ingresos, e incluso haciendo no rentable alguna de las líneas productivas.
- **DISMINUCIÓN EN LA DEMANDA:** la demanda de la mayoría de los productos está estrechamente relacionada con la de los mismos en estado virgen, por lo que una reducción en la demanda de los últimos, significaría una merma en el consumo de los primeros.

Tabla 7.1: Ponderación de riesgo

Item	Identificación de los riesgos	Probabilidad de ocurrencia %	Impacto (1-10)	Costo %	MITIGACIÓN	Puntuacion del riesgo
1	Disponibilidad de materia prima	0,5	10	0,5	0,35	0,88
2	Aumento de Costos variables	0,3	5	0,2	0,25	0,08
3	Reducción precio de venta	0,2	7	0,3	0,4	0,17
4	Disminución en la demanda	0,1	5	0,5	0,3	0,08
5	Legal y Ambiental	0,2	7	0,3	0,4	0,17

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria

## 7.2. CONCLUSIÓN

De la tabla de riesgo, podemos inferir las siguientes conclusiones:

El proyecto tiene su cuello de botella en la disponibilidad de materia prima. Esta es el elemento esencial de la viabilidad y rentabilidad del mismo, lo que implica el mayor esfuerzo para conseguir y retener a lo largo de su vida útil.

En segundo término, pero con una incidencia relativamente baja, del orden del 17% la reducción en el precio de venta de los productos y con el mismo porcentaje, la legislación ambiental vigente si bien juegan un papel importante, no es sumamente preponderante, ya que con respecto a los precios estos se han mantenido relativamente estables, y por el otro lado en la actualidad la poca, casi inexistente legislación ambiental, referida al tratamiento de este tipo de productos, va en pos de mejorar las condiciones de trabajo.

## 7.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de la sensibilidad es una técnica que, aplicada a la valoración de inversiones, permite el estudio de la posible variación de los elementos que determinan una inversión de forma que, en función de alguno de los criterios de valoración, se cumpla que la inversión es viable o es preferible a otra. El análisis



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

de sensibilidad se considera como una primera aproximación al estudio de inversiones con riesgo, ya que permite identificar aquellos elementos que son más sensibles ante una variación.

A través del análisis de riesgo, se pudo determinar la variable crítica del proyecto, es decir aquella que lo hace más sensible que cualquiera de las demás. De aquí surgió la necesidad de ensayar distintos escenarios, permitiendo que esta variable, (disponibilidad de materia prima), tome un número finito de valores aleatorios, para poder observar la sensibilidad del VAN y la TIR a dicha variabilidad.

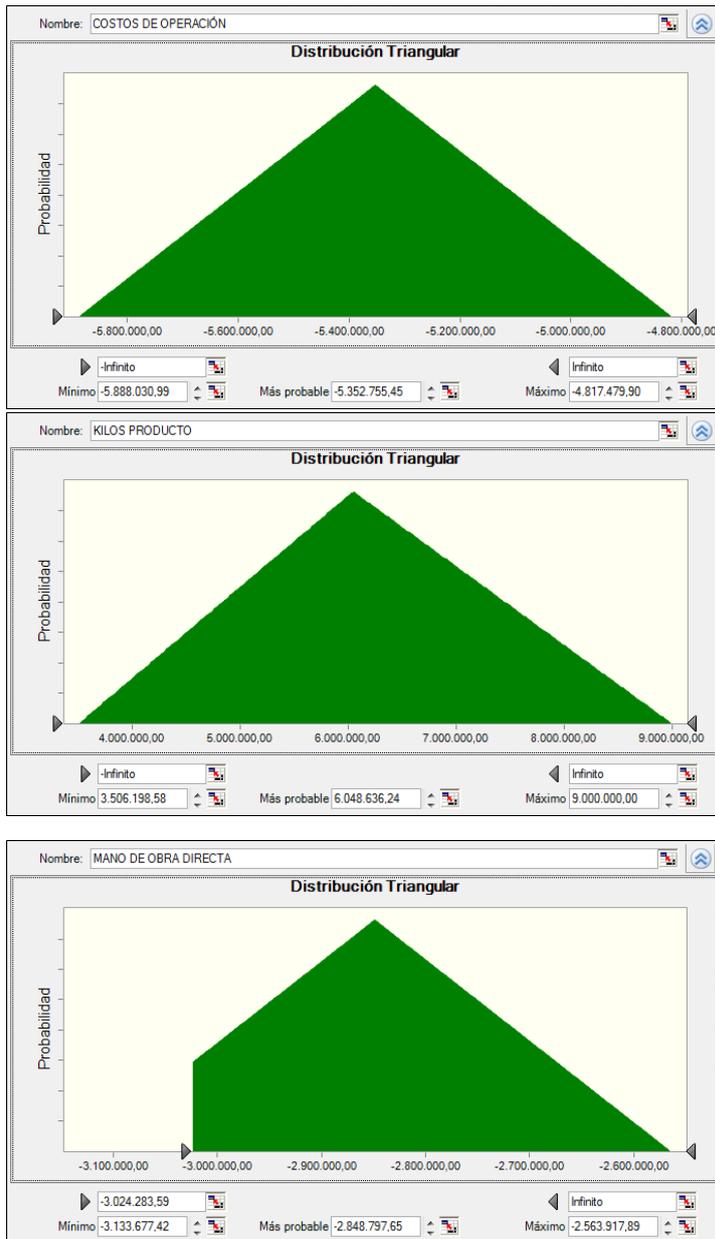
Para ello se dan 2 casos de estudio:

**Caso 1:** se sensibilizó la variable crítica de los kilos producidos, tomando como valor más probable la producción que se ha estimado obtener con el tamaño estipulado para el proyecto, y por otro lado se fijó como límite superior la capacidad máxima que el proyecto sería capaz de obtener con el tamaño propuesto y como mínimo la producción mínima, es decir aquella que hace al  $VAN = 0$ .

También se determinó una distribución adecuada para las variables menos críticas como los costos de personal directo y los costos de operación del proyecto.

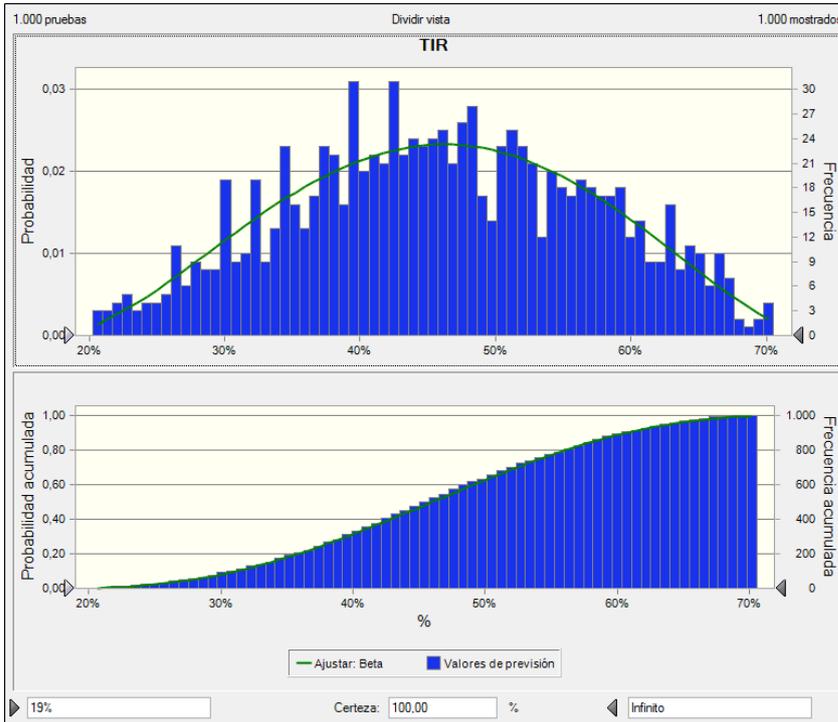
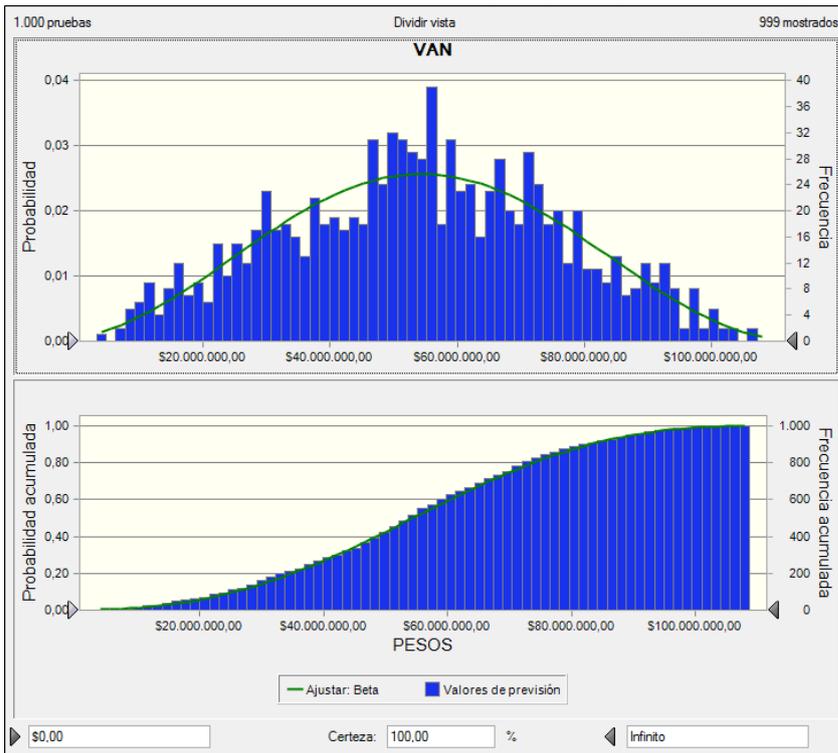


**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**





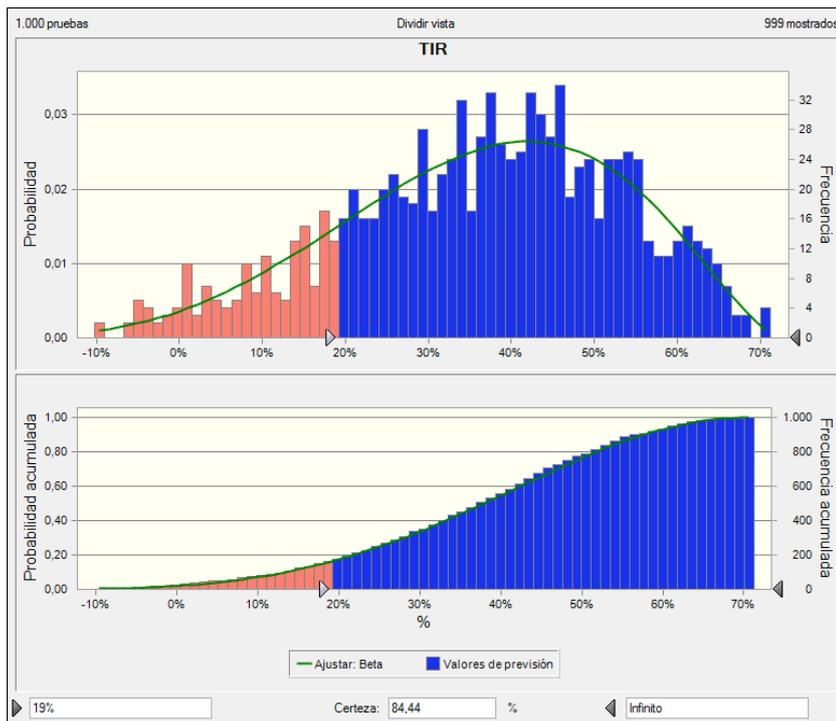
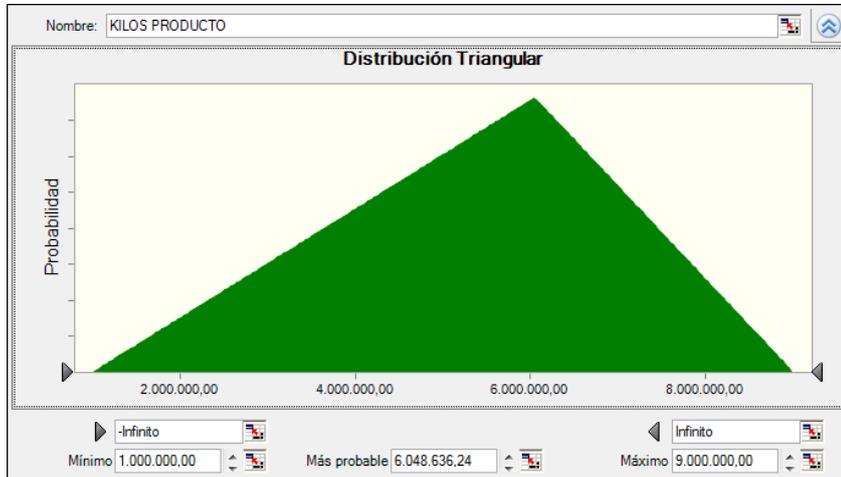
**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**





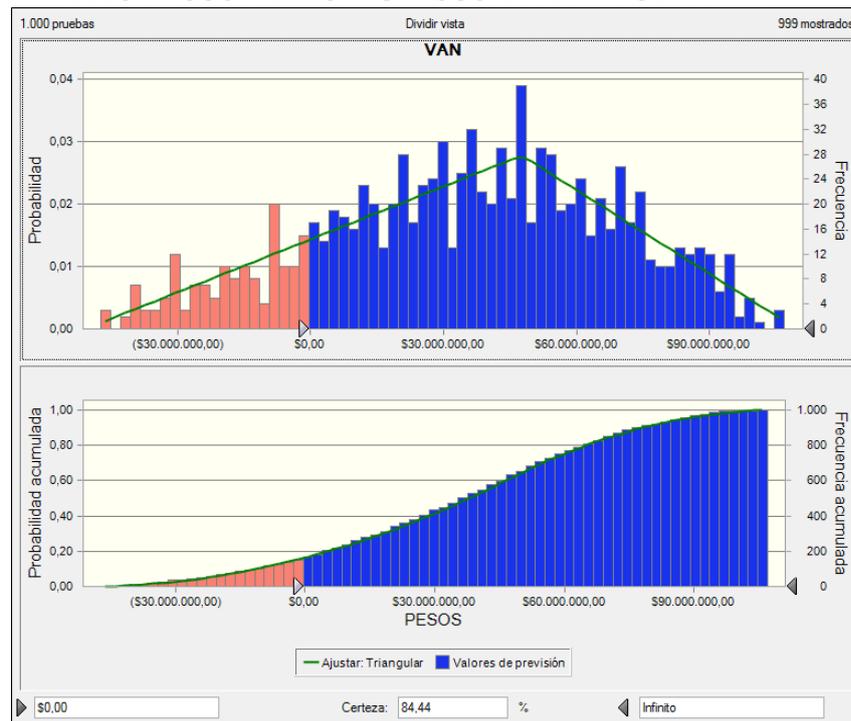
**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**Caso 2:** para el segundo caso se estableció un límite mínimo de un tercio de la capacidad mínima establecida para el proyecto, manteniendo las demás variables constantes.





**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**



**Conclusión:**

Según el análisis realizado, se observa que el rendimiento del proyecto siempre será positivo, mientras se desarrolle dentro de los límites de capacidad propuestos, es decir el VAN que devolverá el proyecto será mayor a cero si la cantidad de materia prima procesada es superior a los 3.838.048,88 de kg, obteniendo una producción de 3.506.198,58 kg. Lo mismo sucede con la TIR, es decir que dentro de los tamaños señalados será siempre superior a la tasa de descuento del proyecto.

Para el caso en que la materia prima disponible se redujera en un 83,33% es decir fuera de sólo 1.000.000 de kg, se puede observar en los gráficos expuestos que con una certeza del 84,44% se obtendría una TIR mayor al 19% es decir superior a la tasa de descuento del flujo de caja del proyecto, y un VAN positivo.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**CONCLUSIÓN FINAL**

En la conclusión final del proyecto de inversión para una planta de acopio, desensamble y valorización de residuos AEE, en la provincia de Buenos Aires, en el partido de La Matanza, se pueden detallar los siguientes aspectos importantes:

De darse el escenario planteado éste sería un proyecto altamente rentable, con ingresos suficientes como para afrontar los costos de inversión y operación. El flujo de caja del proyecto permite inferir una inversión productiva de alto rendimiento a largo plazo con bajo riesgos asociados y comparativamente rentable en la actualidad argentina, aun castigando el proyecto, con una proyección de riesgo país para la próxima década, muy significativa, de 777 puntos.

Por otro lado y considerando como variable crítica de alto riesgo la disponibilidad de materia prima para el proceso, una vez analizada la sensibilidad del proyecto a la misma se obtuvo como resultado que el escenario planteado podría tener una variabilidad de aproximadamente 50% en cuanto a la producción y aun así continuar siendo rentable. Esto significa que habiendo planteado el proyecto para procesar 6.621.120 kg anualmente y de no alcanzar a cubrir esta necesidad de materia prima el mismo sería rentable trabajando con una reducción de hasta el 50%.

Otra variable crítica que se encuentra, es la disponibilidad y capacidad de la tecnología a aplicar en el proceso productivo para la obtención del producto establecido, dada la poca flexibilidad y la alta especialización de ésta, sumada a la no existencia de la misma a nivel nacional y pudiéndose ver en algún momento desfavorecida la importación de la misma.

Según la evaluación de localización y teniendo en cuenta la población de cada provincia, a través del análisis del factores ponderados y centro de gravedad se obtuvo como resultado el desarrollo del proyecto en la provincia de Buenos Aires, en el Partido de La Matanza, partiendo de la premisa de un alto cumplimiento de la Ley provincial 14321 que obliga a los productores, distribuidores y vendedores de AEE, el acopio y disposición para el reciclado, de los aparatos una vez desechados, al menos de 1 kg de RAEE por habitante por año.

El importante crecimiento de este tipo de residuos y la necesidad de un tratamiento responsable y sustentable que estos requieren, sumado al insipiente auge de cuidar el planeta y de proteger sus escasos recursos naturales, convierte a los productos obtenidos del reciclaje en un mercado altamente atractivo y valioso, en constante crecimiento.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

Por lo anteriormente expuesto este proyecto de inversión tiene una importancia extra, debido al reciclaje de residuos, de los que se obtendría un rédito económico, a la vez que se cuida el planeta y se contribuye a evitar o reducir la contaminación del mismo.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**BIBLIOGRAFIA**

- Asociación Internacional de Grupo de Platinoídes, [www.ipa-news.com](http://www.ipa-news.com)
- AMBILAMP, asociación sin fines de lucro, [www.ambilamp.es](http://www.ambilamp.es)
- Balcan, [www.balcan.com.uk](http://www.balcan.com.uk)
- Conexión Reciclado, [www.conexionreciclado.com.ar](http://www.conexionreciclado.com.ar)
- Consejo Mundial del oro, [www.gold.org](http://www.gold.org)
- Copper Development Association Inc., [www.copper.org](http://www.copper.org)
- Convenio sobre la Diversidad Biológica, [www.cbd.int/cop10/](http://www.cbd.int/cop10/)
- Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de RAEE en Argentina.
- Greenpeace, El lado tóxico de la telefonía móvil
- Greenpeace, Minería y Basura Electrónica – Manejo irracional de los recursos
- Hunan Vary Tech Co, [www.varygroup.com](http://www.varygroup.com)
- Infoleg, [www.infoleg.com.ar](http://www.infoleg.com.ar)
- Informe Residuos Electrónicos-La Nueva Basura del Siglo XXI-Una amenaza, una oportunidad [www.recycla.cl](http://www.recycla.cl)
- Instituto de la Plata, [www.silverinstitute.org](http://www.silverinstitute.org)
- Instituto de Niquel, [www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)
- Newtech Recycling Inc., [www.newtechrecycling.com](http://www.newtechrecycling.com)
- Recytech Iberia, Soluciones para el Reciclaje, [www.recytech.info](http://www.recytech.info)
- Scrap y Rezagos S.R.l., [www.rezagos.com](http://www.rezagos.com)
- Solving de e-waste Problem, [www.step-initiative.org](http://www.step-initiative.org)
- Stern NYU, [www.stern.nyu.edu](http://www.stern.nyu.edu)
- Umicore, Industria Metalúrgica, [www.umicore.com](http://www.umicore.com)
- Universidad Mayor de San Andrés, Obtención de metals preciosos a partir de residuos electrónicos descartados
- Universidad Tecnológica de la Mixteca, Optimización del procesos de reciclado de tarjetas de circuitos impresos – PCB



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**ANEXO**

**A.1. EMPRESAS RECICLADORAS**

Listado de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación de las empresas recicladoras que se encuentran registradas:

**Recicladores de Deshechos de Aleaciones de Aluminio**

1. Sicamar Metales S.A: reciclaje de metales no ferrosos, especialmente aluminio
2. Planta Industrial: reciclaje de metales no ferrosos, especialmente aluminio
3. Della Croce
4. Metal Veneta S.A.: aleaciones de aluminio – aluminio en lingotes – fundición de bronce y aluminio
5. Di Biase Antonio: Fundición de metales no ferrosos

**Recicladores de Deshechos de Hierro – Acero**

1. Talleres Integrales Patagónicos S.A.: aceros limpios. Chatarra de Bronces, aluminio y plomo en tamaños máximos de 30 cm x 30cm.
2. A.P.I. S.A.: Chatarra de hierro 1.010 enfardada en 40 cm x 40 cm, limpio, sin pinturas, ni aceites, ni otros residuos.
3. Fundición Padmet: Chatarra de hierro dulce o de fundición menos de 30 cm x 30 cm 40 cm x 40 cm, limpio, sin pinturas, ni aceites, ni otros residuos.
4. Acerías 4C S.A.: Chatarra de hierro 1.010 enfardada en 20 cm x 20 cm, o en pedazos de 10 cm x 10 cm limpio, sin pinturas, ni aceites, ni otros residuos.
5. Proyectos Metalúrgicos S.A: Chatarra de hierro dulce en grandes cantidades. Piezas de bronce de ingenios para su reelaboración.

**Recicladores de Deshechos de aleaciones de Cobre**

1. Proyectos Metalúrgicos S.A: Piezas de bronce de ingenios para su reelaboración.
2. TECBRASS S.R.L.: Bronce sin Cable.
3. Talleres Integrales Patagónicos S.A.: Chatarra de Bronce en tamaño máximo de 30 cm x 30 cm.
4. Fundimet: Bronce preferentemente libre de otros materiales. También Aluminio.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

5. Copper y Brass S.R.L.: Bronce colorado o amarillo, sin enfardar. También Cobre.
6. FUMIX S.R.L.: Partidas homogéneas de Rezagos de bronce normalizado, menores a 30 cm x 30 cm.
7. TECBRASS S.R.L.: Cobre sin restos de otros materiales. También compramos estaño y plomo.

**Recicladores de Deshechos de Vidrio**

1. Rigolleau S.A: Vidrio ámbar.
2. Cattorini Hnos.: Vidrio blanco y Mezcla.
3. Cattorini Hnos. Mendoza
4. Cattorini Hnos. San Juan
5. Multicristal: Botellas y frascos de vidrio transparente, limpios. Se compra en cantidades de entre 100 y 2.000 kilos.

**Recicladores de Deshechos de Plástico**

1. Ecotécnica del Pilar: Polietileno y Polipropileno
2. Mexcom SRL: Plástico - Soplado, Polietileno, Artículos de Bazar
3. Soundplast SRL: Plásticos – Scraps
4. Dangen: Polietileno de alta y baja densidad
5. Quanta: Todos los plásticos.
6. Macropet S.A.
7. Raúl Kreczmer
8. TRANSFORMAT S.R.L.: PP, PE, ABS, PC, PVC, PET, NYLON
9. PROCESIND S.R.L.: PP, PEBD, PEAD, ABS, PC, NYLON
10. Reciclar S.A.: PET, PEAD, FILM PEBD
11. WELL PLAST S.H.: Polietileno y polipropileno de inyección, limpio
12. MACPLAST: Polietileno, Polipropileno, alto impacto, BS, Poliestireno, alta baja, inyección. Los materiales deben estar enfardados y bien limpios. También se adquieren los componentes plásticos de computadoras y electrónicos.
13. Polietilenos JP de Corinaldesi Juan Pablo: Polietileno de baja densidad. No contaminado
14. RECICLADOS PATAGONICOS SRL: Polietileno en bolsas
15. Reciclad S.R.L.: Polietileno de baja y alta densidad



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

16. BARESI S.R.L.: Polietileno de baja y alta densidad y polipropileno. Debe estar limpio. Cantidad mínima 100kg
17. PROMAPLA S.R.L.: Polietileno de alta y baja densidad, polipropileno, Poliestireno (alto impacto)
18. Recpol Argentina S.A.: Polietileno y Polipropileno
19. ICASA (Industria Comercial Argentina S.A.): Polietileno y Polipropileno
20. Telgosur: Poliestireno en bloques.

**A.2. LEY PROVINCIA 14.321**

**EL SENADO Y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES,  
SANCIONAN CON FUERZA DE LEY**

**CAPÍTULO I**

**DISPOSICIONES GENERALES**

**ALCANCES Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

**ARTÍCULO 1º** - La presente Ley establece el conjunto de pautas, obligaciones y responsabilidades para la gestión sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs) en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, según lo preceptuado en el artículo 41 de la Constitución Nacional, y el artículo 28 de la Constitución Provincial; en concordancia con lo establecido por el Convenio de Basilea, ratificado mediante Ley Nacional 23.992 y las Leyes Provinciales 11.720 (Residuos Especiales) y 13.592 (Residuos Sólidos Urbanos).

**ARTÍCULO 2º.** La presente Ley se aplicará a los RAEE's pertenecientes a las categorías y productos enunciados en el Anexo I, que sean producidos, comercializados y/o utilizados dentro del territorio de la Provincia de Buenos Aires.

**ARTÍCULO 3º.** Quedan excluidos de la presente Ley los RAEE's relacionados con la protección de intereses esenciales para la seguridad del Estado Nacional y/o Provincial, así como los provenientes de aparatos nucleares, de productos militares, armas, municiones, material de guerra, o que hayan estado en contacto con residuos patogénicos.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**OBJETO**

**ARTÍCULO 4°.** La presente Ley tiene como objeto prevenir la generación de RAEE's; así como fomentar la reutilización, el reciclado, valorización y reducción del impacto ambiental de los RAEE's.

**ARTÍCULO 5°.** Constituyen objetivos específicos de política ambiental de esta Ley:

- 1) La protección del ambiente en relación a la contaminación causada por los RAEE's desechados en territorio provincial.
- 2) La modificación de la conducta ambiental de todos los que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, y de sus residuos.
- 3) El resguardo de la salud pública, mediante la reducción de la peligrosidad de los aparatos eléctricos y electrónicos.
- 4) La reducción de la generación de RAEE's, en concordancia con la legislación vigente y las tendencias internacionales en materia ambiental.
- 5) La creación de soluciones sustentables y eficientes, mediante la promoción de la reutilización, reciclado y valorización de RAEE's.
- 6) El adecuado comportamiento ambiental de todos los agentes intervinientes en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos.
- 7) La incorporación del principio de responsabilidad del productor de aparatos eléctricos y electrónicos.
- 8) El diseño y la implementación de campañas de educación ambiental y sensibilización, a fin de lograr el más alto cumplimiento de las disposiciones de la presente ley, mediante el logro de una masiva participación de los Municipios, los consumidores y los productores.

**DEFINICIONES**

**ARTÍCULO 6°.** A los efectos de la presente Ley, se entenderá por:



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- 1) Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE's): Aparatos que para funcionar requieren de corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos pertenecientes a las categorías indicadas en el Anexo I y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a mil (1.000vw) voltios en corriente alterna y mil quinientos (1.500vw) voltios en corriente continua.
- 2) Residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (RAEE's): Aparatos eléctricos y electrónicos desechados o a desecharse, sus componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte de los mismos, procedentes tanto de hogares particulares como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos.

En función del momento en que los aparatos fueron puestos en el mercado, los RAEE's se califican en:

- a) RAEE's actuales: procedentes de productos puestos en el mercado con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia de esta Ley.
- b) RAEE's históricos: procedentes de productos puestos en el mercado con anterioridad a la fecha de entrada en vigencia de esta Ley.
- 3) Prevención: Toda medida destinada a reducir la cantidad y nocividad para el medio ambiente y la salud, de los RAEE's, sus materiales y sustancias.
- 4) Reutilización: Toda operación que permitirá extender la vida útil de los AEE's.
- 5) Reciclado: Todo proceso por el que los AEE's y/o sus componentes -que de otro modo se convertirían en residuos sólidos o peligrosos-, son colectados, separados y procesados para ser utilizados en forma de materias primas u otros productos, de acuerdo con los estándares ambientales existentes. El proceso de reciclado incluye las etapas de recolección, transporte, desmantelamiento y destrucción de los AEE's.
- 6) Valorización: Acción o proceso que permita el aprovechamiento de los RAEE's, así como de los materiales que los conforman, teniendo en cuenta condiciones de protección del ambiente y la salud. Se encuentran comprendidos en la valorización los procesos de reutilización y reciclaje.
- 7) Tratamiento: Toda actividad destinada a la descontaminación, desmontaje, trituración, valorización o preparación para la disposición



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

final de los RAEE's, así como cualquier operación que se realice con tales fines.

- 8) Disposición final: Toda operación o tratamiento que, sin causar riesgo alguno sobre la salud humana ni al medio ambiente, sea aplicado a la fracción no aprovechable de los RAEE's.
- 9) Generador de RAEE's: Cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que deseche RAEE's. En función de la cantidad de RAEE's desechados, los generadores se clasifican en:
  - a) Pequeños generadores
  - b) Grandes generadores

La cantidad y/o volumen a partir de la cual los generadores de RAEE's se clasificarán como grandes generadores, será determinada por la Autoridad de Aplicación competente.

- 10) Productor de AEE's: Cualquier persona física o jurídica que, con independencia de la técnica de venta utilizada; incluida la comunicación a distancia y venta electrónica; fabrique y venda aparatos eléctricos y electrónicos con marcas propias, revenda con marcas propias aparatos fabricados por terceros, o se dedique profesionalmente a la importación o exportación de dichos AEE's.

No será considerado productor la persona física o jurídica que exclusivamente preste financiación para la puesta en el mercado de los AEE's, salvo que también actúe como productor en el sentido definido en el párrafo anterior. Tampoco será considerado productor quien revenda AEE's con marcas propias cuando en los aparatos se incluyan los datos del fabricante.

- 11) Distribuidor de AEE's: Cualquier persona física o jurídica que introduzca un aparato eléctrico o electrónico, en condiciones comerciales, a otra persona o entidad que sea usuario final de dicho producto; con independencia de la técnica de venta utilizada y de la presencia física del distribuidor en el territorio Provincial.
- 12) Programa Provincial de Gestión Sustentable de RAEE's: Todas las instituciones, actores, actividades, acciones, procesos y tareas que conforman e integran las etapas de la gestión sustentable de los RAEE's, tal como se encuentra previsto en esta Ley.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- 13) Gestión Sustentable de RAEE's: Todas las actividades y procesos destinados a reducir, recolectar, transportar, dar tratamiento y disponer de modo final los RAEE's, sin causar daño actual, potencial y/o futuro a la salud humana y/o al medio ambiente.
- 14) Gestor de RAEE's: Todas las personas físicas o jurídicas que realicen actividades de recolección, transporte, tratamiento, almacenamiento, valorización y/o disposición final de RAEE's, en el marco de lo previsto por la presente ley.
- 15) Responsabilidad del productor: La obligación de cada uno de los productores y/o distribuidores de aparatos eléctricos y electrónicos de adoptar medidas orientadas a mitigar el impacto ambiental de los RAEE's en la etapa posterior a su consumo, incluyendo la gestión integral de los mismos.

**SUJETOS OBLIGADOS POR LA PRESENTE LEY**

**ARTÍCULO 7º.** Los productores, distribuidores y comercializadores de aparatos eléctricos y electrónicos deberán, entre otras obligaciones:

- 1) Cumplir con todas las normas previstas por esta Ley y las normas reglamentarias o complementarias que se dicten como consecuencia de la misma.
- 2) Declarar su condición de productor, distribuidor o comercializador de AEE's ante el Registro previsto por el artículo 19 de esta ley y el procedimiento elegido para el cumplimiento de sus obligaciones; así como proporcionar toda otra información que se le solicite en dicho Registro.
- 3) Marcar debidamente, con el símbolo ilustrado en el Anexo III, los AEE's que sean puestos en el mercado con posterioridad a la entrada en vigencia de esta ley, así como sus envases, instrucciones de uso y garantía del aparato, según lo establece el artículo 9º inciso 3), de la presente.
- 4) Adoptar las medidas necesarias para que los RAEE's actuales e históricos por ellos puestos en el mercado sean recogidos en forma selectiva y tengan una correcta gestión ambiental.
- 5) Informar a los usuarios sobre los criterios para una correcta gestión ambiental de los RAEE's, los sistemas de devolución y su gratuidad, así como su tratamiento y disposición selectiva.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- 6) Establecer sistemas para la recepción de los RAEE's y el transporte de éstos a los centros de tratamiento autorizados.
- 7) Colaborar con la Autoridad de Aplicación en la gestión de los RAEE's, observando y realizando las actividades que ésta requiera de ellos.
- 8) Recibir los RAEE's entregados por los generadores; al adquirir un AEE equivalente o que realice funciones similares; **de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 12.** (Lo subrayado se encuentra OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)
- 9) Disponer en su predio, cuando el local en que realicen su exposición y venta ocupe una superficie mayor a quinientos (500) metros cuadrados, de un centro para la recepción de RAEE's donde los generadores puedan desecharlos **independientemente del acto de compra previsto en el artículo 12.** (Lo subrayado se encuentra OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)
- 10) Implementar las metodologías de acopio de RAEE's de acuerdo a lo requerido por la Autoridad de Aplicación.

**CAPÍTULO II**

**SISTEMA PROVINCIAL DE GESTIÓN SUSTENTABLE DE RAEE's.**

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DISEÑO DEL PRODUCTO**

**ARTÍCULO 8º.** La presente Ley fomenta un diseño y producción de AEE's que tenga en cuenta y facilite su desarmado y valorización; y en particular la reutilización y el reciclado de los RAEE's, sus componentes y materiales.

**ARTÍCULO 9º.** Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, de sus materiales y/o de sus componentes deberán:

- 1) Propender a:
  - a) Diseñar todos los AEE's de forma que no contengan plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, polibromobifenilos o polibromodifeniléteres.

Asimismo en la reparación o reutilización de los AEEs no se podrán emplear piezas y componentes fabricados con las sustancias establecidas en el párrafo anterior.
  - b) Diseñar y producir los aparatos de forma que se facilite el desmontaje, reparación y, en particular, su reutilización y reciclado.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

A tal efecto, no se adoptarán características específicas de diseño o procesos de fabricación que impidan la reutilización de los RAEE's, salvo que dichas características específicas de diseño o dichos procesos de fabricación presenten grandes ventajas respecto a la protección del medio ambiente y/o a exigencias en materia de seguridad.

- 2) Proporcionar a los gestores de RAEE's la oportuna información para el desmontaje que permita la identificación de los distintos componentes y materiales susceptibles de reutilización y reciclado, así como la localización de las sustancias peligrosas y la forma de alcanzar en cada aparato los correspondientes objetivos de reutilización, reciclado y valorización exigidos en la presente ley. Dicha información se facilitará, en un plazo de seis (6) meses a partir de la puesta en mercado de cada tipo de aparato.
- 3) Marcar con el símbolo previsto en el Anexo III los AEE's que coloquen en el mercado e informar sobre el significado de tal símbolo en las instrucciones de uso, garantía o documentación que acompañen al aparato, así como los posibles efectos sobre el medio ambiente o la salud humana de las sustancias peligrosas que pueda contener.

**GESTIÓN DE LOS RAEE's**

**ARTÍCULO 10.** A partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, se prohíbe el desecho de los RAEE's como residuos sólidos no diferenciados.

**ARTÍCULO 11. (El presente Artículo se encuentra OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** La Autoridad de Aplicación y los Municipios de la Provincia de Buenos Aires tomarán las medidas adecuadas para la reducción al mínimo de la disposición final de RAEE's como residuos sólidos urbanos.

A tal fin, la Autoridad de Aplicación deberá garantizar la recogida selectiva de los RAEE's, el establecimiento de centros de recepción y el cumplimiento de las normas prescriptas en los siguientes artículos.

**ARTÍCULO 12. (El presente Artículo se encuentra OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** La entrega, recepción y disposición final de los RAEE's se realiza según lo establecido en la presente Ley y sus normas complementarias, a saber:

- 1) Por parte de Usuarios de AEE's:

La entrega de los RAEE's es sin costo alguno para el último usuario o poseedor y se realiza, según el caso, de la siguiente manera:



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- 1.1. Cuando el usuario o poseedor adquiera un nuevo producto, que sea de tipo equivalente o realice las mismas funciones que el aparato que se desecha, podrá entregarlo conjuntamente con sus componentes esenciales, en el acto de compra del nuevo aparato al vendedor distribuidor, el que lo recepcionará y lo derivará para su disposición final. Estos comercios receptores deberán cumplir con lo preceptuado por la presente ley, su decreto reglamentario y las disposiciones normativas específicas que dicte la Autoridad de Aplicación.
- 1.2. Cuando el usuario quiera disponer definitivamente de un RAEE's, y no se encuentre en la situación del párrafo precedente, deberá entregar dichos residuos en los Centros de Recepción específicos que la Autoridad de Aplicación disponga conjuntamente con los Municipios.

2) En los Centros de Recepción y Disposición Final de los RAEE's:

2.1. Los Centros de Recepción de los RAEE's serán dispuestos por la Autoridad de Aplicación, conjuntamente con los Municipios.

En todos los casos, se dispondrá de un número suficiente de centros de recepción y disposición final, los que estarán distribuidos en los distintos Municipios, teniendo en cuenta criterios de accesibilidad, disponibilidad y densidad de población.

Estos Centros de Recepción, al igual que los vendedores o distribuidores que reciban estos RAEE's, dispondrán de ellos según lo determine la Autoridad de Aplicación para realizar su traslado a los Centros de Disposición Final.

2.2. Los Centros de Disposición Final de RAEE's son aquellos establecimientos que reciben dichos residuos de los comercios vendedores o distribuidores o de los Centros de Recepción, a los efectos de seleccionar, clasificar y almacenarlos con el objetivo de reducir su volumen, minimizar su impacto ambiental, reutilizarlos para beneficio del Estado, reciclar y comerciar sus componentes y materiales.

Estos establecimientos de disposición final de los RAEE's en donde se realicen las operaciones necesarias para el tratamiento de estos residuos, deberán cumplir, con los requisitos técnicos que la Autoridad de Aplicación determine, teniendo en cuenta como presupuestos mínimos las siguientes pautas:

a) Disponer de ámbitos o zonas cubiertas para que no se expongan a la intemperie, con superficies impermeables, y con instalaciones preparadas para la recogida de posibles derrames.

b) Almacenamiento apropiado de los RAEE's y de las piezas desmontadas.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

c) Básculas para pesar los residuos recepcionados y tratados.

d) Recipientes apropiados para el almacenamiento de pilas y acumuladores, condensadores que contengan Policloruro de Bifenilo (PCB) o Trifelino Policlorados (PCT) y otros residuos especiales o peligrosos.

e) Equipos para el tratamiento de aguas que sean conformes con la reglamentación sanitaria y ambiental.

### **TRATAMIENTO**

**ARTÍCULO 13.** Los RAEE's que contengan materiales o elementos peligrosos serán descontaminados. La descontaminación incluirá, como mínimo, la retirada selectiva de los fluidos, componentes, materiales, sustancias y preparados, de conformidad con lo previsto en el Anexo II.

El Anexo II podrá modificarse para introducir nuevas tecnologías de tratamiento que garanticen un mayor nivel de protección de la salud humana y del medio ambiente.

**ARTÍCULO 14.** Las operaciones de traslado de RAEE's se realizarán de tal modo que se pueda lograr la reutilización, reciclado y/o disposición final de los aparatos enteros o de sus componentes.

### **VALORIZACIÓN**

**ARTÍCULO 15.** La Autoridad de Aplicación y los Municipios velarán por que los productores, o terceros que actúen por su cuenta, organicen, de modo individual o colectivo

y de conformidad con la legislación nacional y/o provincial, sistemas para la valorización de los RAEE's recogidos de forma selectiva de acuerdo con lo previsto por la presente.

Se dará prioridad a la reutilización de aparatos enteros.

**ARTÍCULO 16.** Respecto a los RAEE's enviados a tratamiento de acuerdo a lo dispuesto por la presente ley, la Autoridad de Aplicación y los Municipios velarán por el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- 1) Respecto de los RAEE's pertenecientes a las categorías 1 y 10 del Anexo I A:
  - a) El porcentaje de valorización deberá aumentar, como mínimo, hasta el setenta por ciento (70 %) del peso medio por aparato,



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- b) el porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias deberá aumentar, como mínimo, hasta el sesenta y cinco por ciento (65 %) del peso medio por aparato.
- 2) Respecto de los RAEE's pertenecientes a las categorías 3 y 4 del Anexo I A:
    - a) El porcentaje de valorización deberá aumentar, como mínimo, hasta el sesenta y cinco por ciento (65%) del peso medio por aparato,
    - b) el porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias deberá aumentar, como mínimo, hasta el cincuenta y cinco por ciento (55%) del peso medio por aparato.
  - 3) Respecto de los RAEE's pertenecientes a las categorías 2, 5, 6, 7 y 9 del Anexo I A:
    - a) El porcentaje de valorización deberá aumentar, como mínimo, hasta el sesenta por ciento (60%) del peso medio por aparato,
    - b) el porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias deberá aumentar, como mínimo, hasta el cuarenta por ciento (40%) del peso medio por aparato.
  - 4) Respecto de las lámparas de descarga de gas, el porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias deberá alcanzar, como mínimo, el setenta por ciento (70%) del peso de las lámparas.

### **CAPÍTULO III**

#### **AUTORIDAD DE APLICACIÓN**

**ARTÍCULO 17.** La Autoridad de Aplicación de la presente Ley será determinada por vía reglamentaria por el Poder Ejecutivo.

**ARTÍCULO 18.** Son competencias de la Autoridad de Aplicación:

- 1) Velar por el cumplimiento de las disposiciones previstas en esta Ley y sus normas reglamentarias y complementarias.
- 2) Realizar las actividades de difusión y educación ambiental previstas en esta Ley, así como otras que considere necesarias para el correcto cumplimiento de los objetivos de la presente.
- 3) Crear el Registro previsto por esta Ley.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- 4) Realizar inspecciones periódicas a productores y distribuidores de AEE's y Gestores de RAEE's, con el fin de comprobar el cumplimiento de las disposiciones previstas por la Ley y, en caso de incumplimiento, aplicar las sanciones correspondientes.
- 5) Generar un sistema de información al público que sea de fácil acceso y que permita conocer de manera certera el cumplimiento de los objetivos previstos en los artículos precedentes.
- 6) Evaluar en forma periódica el cumplimiento de las pautas establecidas en la presente Ley.
- 7) **(Inciso OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** Conformar el Consejo de Control y Seguimiento, en un plazo de sesenta (60) días de promulgada la presente Ley.

**REGISTRO**

**ARTÍCULO 19.** El Poder Ejecutivo creará un Registro Provincial donde:

- 1) Productores y distribuidores deberán informar sobre:
  - a) Los estudios de ciclo de vida de los AEE's producidos y comercializados en la Provincia de Buenos Aires.
  - b) Las características contaminantes de sus componentes o piezas luego de ser desechados por el usuario final o generador de RAEE's.
  - c) Procedimientos para su desarmado y valorización.
  - d) Factibilidad de reutilización y reciclado de los RAEE's, sus componentes y materiales.
- 2) Se recabará anualmente información que incluya previsiones fundamentadas sobre cantidades y categorías de AEE's puestos en el mercado, recogidos por las diversas vías y reutilizados, reciclados y valorizados, así como sobre los residuos recogidos que fueran enviados fuera del territorio de la Provincia en peso y, si no fuera posible, en número de aparatos.
- 3) Deberán registrarse todos aquellos que se identifiquen como Gestor de RAEE's, de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 6º, inciso 14) de la presente Ley.
- 4) Se incluirá toda la información y datos sobre grandes generadores.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- 5) Se reunirá toda otra información que la Autoridad de Aplicación considere pertinente.

**ADAPTACIÓN AL PROGRESO CIENTÍFICO Y TÉCNICO**

**ARTÍCULO 20.** La Autoridad de Aplicación fomentará el desarrollo de nuevas tecnologías de reutilización, reciclado, valorización y reducción del impacto ambiental.

**ARTÍCULO 21.** La Autoridad de Aplicación deberá realizar todas las modificaciones necesarias para adecuar los Anexos complementarios de la presente, en consonancia con el progreso científico y técnico.

**(Segundo párrafo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** Antes de proceder a la modificación enunciada en el párrafo precedente, la Autoridad de Aplicación consultará al Consejo de Control y Seguimiento de la presente ley, como así también a los productores, distribuidores y comercializadores de AEE's, a quienes realicen el reciclado y tratamiento, y a las organizaciones de protección del medio ambiente, sindicatos y asociaciones de consumidores, que no formen parte del Consejo pero que la Autoridad de Aplicación considere relevante en su opinión.

**CAPÍTULO IV**

**DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**ARTÍCULO 22.** La Autoridad de Aplicación diseñará, planificará e implementará campañas publicitarias de capacitación, educación e información, que serán sostenidas en el tiempo, con el fin de que los usuarios reciban la información necesaria respecto a la obligación de no eliminar los RAEE's como residuos no seleccionados y de recoger los RAEE's de modo selectivo.

Asimismo, se informará a los usuarios sobre los efectos en el medio ambiente y la salud humana como consecuencia de la presencia de sustancias peligrosas en los AEEs y el significado del símbolo que se muestra en el Anexo III.

**ARTÍCULO 23.** La Autoridad de Aplicación, junto con los Municipios, realizará programas de educación ambiental dirigidos a todos los sectores de la sociedad, con el fin de lograr el completo cumplimiento de la normativa por esta ley prevista.

**ARTÍCULO 24.** La Autoridad de Aplicación diseñará un logotipo que podrán utilizar los productores de AEEs que cumplan con las previsiones de esta Ley, con el fin de dar a conocer a la comunidad la existencia y aplicación de un plan de gestión sustentable de RAEEs dentro de la empresa productora.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA  
CAPÍTULO V**

**FINANCIACIÓN**

**ARTÍCULO 25. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** La Autoridad de Aplicación se asegurará que los productores, distribuidores y/o comercializadores, garanticen la financiación del Sistema de Gestión de RAEEs. Estos deberán abonar en forma anual una Tasa Especial para la Gestión de RAEEs. según lo establezca dicha Autoridad.

**ARTÍCULO 26. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** Para el cálculo de la Tasa Especial para la Gestión de RAEEs se tendrá en cuenta la cantidad, tipo de materiales, calidad y demás características que la Autoridad de Aplicación considere necesaria para determinarla.

**ARTÍCULO 27. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** Los fondos recaudados se aplicarán a una cuenta especial la que se utilizará para la financiación de la Gestión de los RAEEs.

El productor podrá optar por cumplir con dicha obligación individualmente o adhiriéndose a un sistema colectivo.

**ARTÍCULO 28. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** La responsabilidad de financiación de los costos de la gestión de los RAEEs históricos deberá establecerse mediante uno o varios sistemas al que todos los productores existentes en el mercado, cuando se produzcan los costos respectivos, contribuirán de modo proporcional; pudiendo aplicarse según la cuota de mercado que corresponda a cada uno de ellos por el tipo de aparatos.

**ARTÍCULO 29. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** Los costos de recogida, tratamiento y disposición final respetuosa del medio ambiente se indicarán a los consumidores de manera conjunta en el momento de la venta de los productos nuevos.

**ARTÍCULO 30. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** La Autoridad de Aplicación velará porque los productores de AEEs mediante comunicación a distancia, también cumplan con los requisitos establecidos a la financiación de RAEEs domiciliarios y comerciales.

**CAPÍTULO VI**

**CONSEJO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

**ARTÍCULO 31. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** El Consejo de Control y Seguimiento será conformado por la Autoridad de Aplicación y estará constituido de la siguiente manera: Un Presidente designado por el Poder Ejecutivo; un Consejero designado por la Autoridad de Aplicación; un Consejero designado por los Productores y/o Distribuidores de AEEs; un Consejero designado por las Organizaciones no gubernamentales de Defensa de los Usuarios y Consumidores; un Consejero designado por las Organizaciones no gubernamentales dedicadas a la protección del medio ambiente. Las Organizaciones no gubernamentales deberán tener personería jurídica y acreditar por lo menos dos (2) años de antigüedad.

Los integrantes de este Consejo cumplirán sus funciones ad-honorem y serán personas idóneas para desarrollar las mismas.

**ARTÍCULO 32. (Artículo OBSERVADO por el Decreto de promulgación nº 2300/11 de la presente Ley)** Serán obligaciones del Consejo de Control y Seguimiento:

- a) Dictarse un Reglamento Interno para su funcionamiento.
- b) Colaborar con la reglamentación de la presente ley brindando asesoramiento y asistencia técnica.
- c) Requerir toda la información necesaria con relación a la aplicación de la presente.
- d) Participar en las campañas de educación, concientización y comunicación.
- e) Presentar anualmente un informe sobre el funcionamiento del Sistema de Gestión de RAEEs.
- f) Diseñar propuestas para el mejor funcionamiento de la presente Ley.

## **CAPÍTULO VII**

### **INFRACCIONES Y SANCIONES**

**ARTÍCULO 33.** El incumplimiento a la presente ley y/o sus normas reglamentarias por parte de los productores, distribuidores y/o comercializadores de AEEs y Gestores de RAEEs, será sancionado con:

- 1) Apercibimiento.
- 2) Multa desde diez (10) sueldos mínimos de la categoría básica inicial de la Administración Pública Provincial (ley N°: 10.430), hasta quinientas (500) veces dicho sueldo mínimo.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- 3) Suspensión de la actividad de treinta (30) días hasta un (1) año, según determine la Autoridad de Aplicación, atendiendo a las circunstancias del caso.
- 4) Clausura de las instalaciones y cese definitivo de la actividad.
- 5) Obligación de publicar la parte dispositiva de la resolución condenatoria a cargo del infractor, incluyendo el plan de trabajo que recompondrá la situación al estado anterior, si correspondiera.

Las sanciones no son excluyentes y podrán aplicarse de forma concurrente.

La aplicación de las sanciones previas no excluye la aplicación de las sanciones civiles o penales que pudieran corresponder.

**ARTÍCULO 34.** En los casos de reincidencia, las sanciones previstas en el artículo anterior podrán multiplicarse por una cifra igual a la cantidad de reincidencias cometidas.

**ARTÍCULO 35.** Las sanciones establecidas en los artículos anteriores se aplicarán previa instrucción sumaria que asegure el derecho de defensa y se graduarán de acuerdo con las circunstancias del caso y la naturaleza de la infracción.

**ARTÍCULO 36.** Cuando el infractor fuere una persona jurídica, serán solidariamente responsables de las sanciones establecidas en los artículos precedentes, sus directores, administradores y/o gerentes.

## **CAPÍTULO VIII**

### **DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

**ARTÍCULO 37.** Los productores de AEEs que comercialicen sus productos en el territorio de la Provincia de Buenos Aires tendrán un (1) año, a partir de la vigencia de la presente ley para adaptarse a las disposiciones previstas en ésta.

Transcurrido este plazo, los productores que no hayan realizado la adecuación necesaria, serán pasibles de las sanciones previstas por esta Ley.

**ARTÍCULO 38.** La presente Ley deberá ser reglamentada dentro de los noventa (90) días desde su sanción.

**ARTÍCULO 39.** Comuníquese al Poder Ejecutivo.

Dada en la Sala de Sesiones de la Honorable Legislatura de la Provincia de Buenos Aires, en la ciudad de La Plata, a los dos días del mes de Noviembre del año dos mil once.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA  
ANEXO I A: CATEGORÍAS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS  
INCLUIDOS EN EL ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA PRESENTE LEY.**

- 1) Grandes electrodomésticos.
- 2) Pequeños electrodomésticos.
- 3) Equipos de informática y telecomunicaciones.
- 4) Aparatos electrónicos de consumo.
- 5) Aparatos de alumbrado.
- 6) Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura).
- 7) Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
- 8) Aparatos médicos (con excepción de todos los productos implantados o infectados).
- 9) Instrumentos de vigilancia y control.
- 10) Máquinas expendedoras.

**ANEXO I B: LISTA DE PRODUCTOS COMPRENDIDOS EN LAS CATEGORÍAS DEL  
ANEXO I A.**

- 1) Grandes electrodomésticos:
  - Grandes equipos refrigeradores.
  - Frigoríficos.
  - Congeladores.
  - Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
  - Lavadoras.
  - Secadoras.
  - Lavavajillas.
  - Cocinas.
  - Estufas eléctricas.
  - Placas de calor eléctricas.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

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

- Aparatos de calefacción eléctricos.

- Radiadores eléctricos.

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

- Ventiladores eléctricos.

- Aparatos de aire acondicionado.

- Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.

2) Pequeños electrodomésticos.

- Aspiradoras.

- Limpia moquetas/alfombras.

- Otros aparatos de limpieza.

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

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

- Tostadoras.

- Freidoras.

- Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.

- Cuchillos eléctricos.

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

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

- Balanzas.

3) Equipos de informática y telecomunicaciones.

- Proceso de datos centralizado.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Grandes ordenadores.
  - Miniordenadores.
  - Unidades de impresión.
  - Sistemas informáticos personales.
  - Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles tipo “notebook” y/o “netbook”.
  - Ordenadores portátiles tipo “notepad”.
  - Impresoras.
  - Copiadoras.
  - Máquinas de escribir eléctricas y electrónicas.
  - Calculadoras de mesa y de bolsillo.
  - Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
    - Sistemas y terminales de usuario.
    - Terminales de fax.
    - Terminales de télex.
    - Teléfonos.
    - Teléfonos de pago.
    - Teléfonos inalámbricos.
    - Teléfonos celulares.
    - Contestadores automáticos.
    - Otros aparatos o productos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
- 4) Aparatos electrónicos de consumo.
- Radios.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Televisores.
- Videocámaras.
- Videos.
- Cadenas de alta fidelidad.
- Amplificadores de sonido.
- Instrumentos musicales.
- Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.

5) Aparatos de alumbrado.

- Luminarias para lámparas fluorescentes con exclusión de las luminarias de hogares particulares.
- Lámparas fluorescentes rectas.
- Lámparas fluorescentes compactas.
- Lámparas de descarga de alta densidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
- Lámparas de sodio de baja presión.
- Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz con exclusión de las bombillas de filamentos.

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

- Taladradoras.
- Sierras.
- Máquinas de coser.
- Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, acerar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
- Herramientas para remachar, clavar o atornillar, o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
- Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

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

- Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.

7) Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.

- Trenes eléctricos o coches de carreras en pista eléctrica.

- Consolas portátiles.

- Videojuegos.

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

- Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.

- Máquinas tragaperras.

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

- Aparatos de radioterapia.

- Aparatos de cardiología.

- Aparatos de diálisis.

- Ventiladores pulmonares.

- Aparatos de medicina nuclear.

- Aparatos de laboratorio para diagnósticos in vitro.

- Analizadores.

- Congeladores.

- Aparatos para pruebas de fertilización.

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

9) Instrumentos de vigilancia y control.

- Detector de humos.

- Reguladores de calefacción.

- Termostatos.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

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

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

10) Máquinas expendedoras.

- Máquinas expendedoras de bebidas calientes.

- Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.

- Máquinas expendedoras de productos sólidos.

- Máquinas expendedoras de dinero.

- Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

**ANEXO II: TRATAMIENTO SELECTIVO DE MATERIALES Y  
COMPONENTES DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS  
DE CONFORMIDAD  
CON EL ARTÍCULO 20.**

1) Como mínimo, deberán extraerse los siguientes componentes, sustancias y preparados de todos los aparatos eléctricos y electrónicos recogidos por medios selectivos, para posteriormente ser eliminados o valorizados de conformidad con lo previsto por la Ley 11.720 o Condensadores que contengan policlorobifenilos (PCB).

- Componentes que contengan mercurio, por ejemplo, interruptores

- bombillas de iluminación de fondo.

- Pilas y acumuladores.

- Tarjetas de circuitos impresos para teléfonos celulares, en general, y otros dispositivos si la superficie de la tarjeta de circuitos impresos tiene más de 10 centímetros cuadrados.

- Cartuchos de tóner, de líquido y asta, así como tóner de color.

- Plásticos que contengan materiales pirorretardantes bromados.

- Residuos de amianto y componentes que contengan amianto.

- Tubos de rayos catódicos.

- Clorofluorocarburos (CFC), hidroclorofluorocarburos (HCFC), hidrofluorocarburos (HFC) o hidrocarburos (HC).



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**

- Lámparas de descarga de gas.
- Pantallas de cristal líquido (justo con su carcasa si procede) de más de 100 centímetros cuadrados de superficie y todas las provistas de lámparas de descarga de gas como iluminación de fondo.
- Cables eléctricos exteriores.
- Componentes que contengan fibras cerámicas refractarias.
- Componentes que contengan sustancias radiactivas.
- Condensadores electrolíticos que contengan sustancias de riesgo (altura >25 mm, diámetro > 25 mm o volumen de proporciones similares).

2) Los siguientes componentes de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos por medios selectivos deberán someterse al tratamiento indicado para cada uno de ellos:

- Tubos de rayos catódicos: deberá eliminarse el revestimiento fluorescente.
- Aparatos que contengan gases que agotan la capa de ozono o tienen un potencial de calentamiento global superior a 15 como, por ejemplo, los contenidos en espumas o en circuitos de refrigeración: estos gases se extraerán y se tratarán adecuadamente.

Los gases que agotan la capa de ozono se tratarán de conformidad con lo dispuesto en el Protocolo de Montreal.

- Lámparas de descarga de gas: se eliminará el mercurio.

3) Teniendo en cuenta consideraciones medioambientales y de conveniencia de reutilizar y reciclar, los apartados 1 y 2 se aplicarán de tal modo que no dificulte la reutilización y el reciclado correctos, desde el punto de vista medioambiental, de componentes o aparatos enteros.

**ANEXO III: SÍMBOLO PARA MARCAR APARATOS ELÉCTRICOS Y  
ELECTRÓNICOS.**

El símbolo que indica la recogida selectiva de aparatos eléctricos y electrónicos es el contenedor de basura tachado, tal como aparece representado a continuación. Este símbolo se estampará de manera visible, legible e indeleble.



**PLANTA DE ACOPIO Y DESENSAMBLE DE RESIDUOS DE APARATOS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS EN LA ARGENTINA**



**A.3. GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS**