



Mecánica



**UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS**
Carlos Rafael Rodríguez

**EVALUACIÓN DE PML EN EL PROCESO DE CHATARRA METÁLICA
DE LA ERMP CIENFUEGOS**

**TESIS EN OPCIÓN AL NIVEL ACADÉMICO DE MASTER EN PRODUCCIÓN
MÁS LIMPIA**

AUTOR: ING. ESTHER JUÁREZ TEJEDA.

TUTOR: DR. JUAN JOSÉ CABELLO ERAS.

**2013-2014
AÑO 55 DE LA REVOLUCIÓN.**

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

“CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ”

Declaración de Autoría

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos como parte de la culminación de la Maestría en Nuevas Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones aplicadas a la Educación, autorizando a que el mismo sea utilizado por la institución para los fines que estime conveniente, tanto en forma parcial como total, y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la institución.

Nombre y Apellidos del Autor: _____ Firma

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado y el mismo cumple los requisitos establecidos, referidos a la temática señalada.

Información Científico - Técnica

Tutor

Nombre y Apellidos

Nombre y Apellidos

Firma

Firma

Pensamiento

“El secreto del éxito es dedicarse por entero a un fin ”

José Martí

Dedicatoria

A mis familiares y amigos, por estar

A mi querido hijo, mi mayor inspiración

Agradecimientos

*A mi tutor Dr. Juan José Cabello Eras, por su constante y certera orientación
para lograr la culminación de este trabajo*

A mi esposo, por su ayuda en toda esta etapa

A Jean Paul, Dainiris, Osmay y Amaury, por su tiempo y ayuda incondicional

*Al colectivo de trabajadores de la Empresa de Recuperación de Materias Primas
de Cienfuegos, por su cooperación y compañerismo*

*Al claustro de profesores, responsables de todos los conocimientos que hoy
tenemos de tan importante disciplina*

Resumen

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo, Aplicar una Evaluación de PML en el proceso de chatarra metálica de la ERMPC y proponer acciones para mejorar su desempeño. Para el desarrollo de la investigación se aplicó la metodología de evaluación propuesta por el PNUMA/ONUDI adaptada a las condiciones del objeto de estudio. Utilizando para ello técnicas de recopilación de información y datos, observación directa métodos de análisis de procesos, tormentas de ideas, trabajo en grupo, el diagrama de Pareto, las técnicas estadísticas y los programas del paquete de Microsoft Office. Se realizó un estudio detallado de las entradas y salidas del proceso, para identificar las opciones de mejoras e implementar un Plan de Producción Más Limpia.

Como resultado del mismo se propone un plan de medidas, al cual se le ha fundamentado su factibilidad técnica y económica, que incluye acciones de aplicación inmediata que proponen aplicar buenas prácticas operativas para el uso eficiente las materias primas y la energía y otras a mediano plazo que requieren cambios tecnológicos en el proceso, las cuales permiten mejorar el desempeño económico de la empresa y mitigar los impactos negativos al medioambiente al:

- ✓ Reducir el consumo de materias primas en 858.35t y 306 174 pesos
- ✓ Reducción de los residuos sólidos en 182.87t y 65 229 pesos
- ✓ Reducción del costo de diesel en 5888.74 pesos

SUMMARY

This research aims the application of a PML evaluation in metallic scrap process en ERMPC. It also proposes strategies to improve its fulfillment. The methodology of evaluation proposed by PNUMA/ONUDI was adapted to the object conditions of study. Using techniques of data and information compilation, direct observation of analysis methods, processes, brainstorming, statistical techniques and Microsoft office programs. We performed a detailed study of the inputs and outputs of the process to identify improvement options and implement Cleaner Production Plan.

As a result it is proposed an action plan, which has been previously based its technical and economic feasibility, which includes immediate enforcement actions that intend to implement good operating practices for the efficient use of raw materials and energy, others that require technological changes in the process and raw materials, which can improve the economical fulfillment of the enterprise and make environment negative to negative impacts decrease to:

- ✓ Decreasing of raw materials in \$ 306 174 and 858.35 t
- ✓ Decreasing of solid wastes in \$ 65 229 and 182.87 t
- ✓ Decreasing the cost of diesel in \$ 5888.74

Indice

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa	7
<i>1.1– Definiciones generales de la Producción Más Limpia.....</i>	<i>7</i>
1.1.1. Planeamiento y organización.	11
1.1.2. Evaluación en planta.	12
1.1.3. Estudio de factibilidad.	12
1.1.4. Fase de implementación.....	13
<i>1.2. Opciones de Producción Más Limpia.</i>	<i>13</i>
<i>1.3 – Reciclaje como actividad comercial.</i>	<i>15</i>
<i>1.4 –Reciclaje de los metales.....</i>	<i>16</i>
1.4.1 – Reciclado de chatarras de metales ferrosos.....	20
1.4.2 – Reciclado de chatarras de metales no ferrosos.	21
<i>1.5- Datos sobre reciclaje de chatarra metálica en el mundo.....</i>	<i>24</i>
<i>1.6 – Tecnologías empleadas en el reciclaje de metales en el mundo.....</i>	<i>26</i>
<i>1.7 – Reciclaje de metales en Cuba.</i>	<i>30</i>
<i>1.8 – Impacto ambiental del reciclaje de metales ferrosos y no ferrosos.....</i>	<i>35</i>
CAPÍTULO II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa. ..	38
<i>2.1 Caracterización general de la Empresa de Recuperación de Materias de Cienfuegos.</i>	<i>38</i>
2.1.1 Desempeño básico de la entidad.	41

2.1.2 Desempeño ambiental de la entidad	45
2.1.3 Estructura organizativa ERMPC.	46
2.2 <i>Patio de proceso de chatarra metálica de Cantarrana.</i>	48
2.2.1 Tecnología actual del procesamiento de chatarra en la ERMPC.	52
2.3 <i>Procesos productivos para el procesamiento de la chatarra metálica.</i>	52
2.3.1 Descripción proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.....	53
2.3.2 Descripción proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.....	59
CAPÍTULO III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.	70
3.1- <i>Preparación del diagnóstico producción más limpias.</i>	70
3.1.1 Recopilación de información sobre los procesos de producción.....	70
3.1.2 Entrada al proceso productivo, tratamiento de chatarra ferrosa de materia prima, agua y energía.	72
3.1.4 Destino final de los residuales del proceso productivo, tratamiento de chatarra ferrosa.	74
3.1.5 Niveles de recirculación interna, reciclado externo y reutilización.....	76
3.2. <i>Balance preliminar de masa y energía e identificación de la operación unitaria (OU) crítica, proceso de tratamiento de chatarra ferrosa</i>	76
3.2.1 Balance de Masa, proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.	77
3.2.2 Cantidades y valores anuales de las entradas de materias primas y salidas del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.	77
3.3 <i>Entradas al proceso productivo, tratamiento de chatarra no ferrosa de materia prima, agua y energía.</i>	79
3.3.1- Salidas del proceso productivo de tratamiento de chatarra no ferrosa.	80
3.3.2- Destino final de los residuales del proceso productivo, tratamiento de chatarra no ferrosa.....	81
3.3.3 - Niveles de recirculación interna, reciclado externo y reutilización.	83

3.4- Balance preliminar de masa y energía e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas, proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.....	83
3.4.1- Balance de Masa, proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.....	84
3.4.2- Cantidades y valores anuales de las entradas de materias primas y salidas del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.	84
3.5 Evaluación del consumo de portadores energéticos en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.	86
3.5.1 Manejo de la energía	86
3.5.2 Determinación del proceso de mayor consumo de diesel en la ERMPC.	90
3.5.3 - Consumo histórico de diesel del proceso Ferroso de la ERMPC.....	91
3.5.4 - Estructura de consumo mensual del diesel.....	91
3.5.5. Estratificación del diesel	95
3.5.6. Gráficos de Consumo – Producción.....	97
3.6 Diagnóstico–estudio detallado de las operaciones unitarias críticas.	101
3.6.1 Balances de masa y energía para las operaciones críticas.....	101
3.6.2 Balance de la operación unitaria crítica (Procesamiento).	102
3.6.3 Balance de la operación unitaria crítica (Descontaminación).	105
3.7 Causas de ineficiencias en el uso de materia y energía; y/o las causas de flujos contaminantes.	110
3.7.1 Identificación de oportunidades de PML	111
3.8 Diagnóstico–evaluación técnica y económica	114
3.8.1 Evaluación técnica de la factibilidad de la inversión: Hormigonado del patio de proceso de chatarra “Cantarrana”.	115
3.8.2 Evaluación económica de la inversión: Hormigonado del patio de proceso de chatarra “Cantarrana”. ...	120

3.8.3 Evaluación técnica de la factibilidad de la inversión: Remotorización de equipos automotores FSJ-567 y del FSM-633.....	121
3.8.4 Evaluación económica de la inversión: Remotorización de equipos automotores FSJ-567 y del FSM-633.....	122
CONCLUSIONES GENERALES	125
RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA.....	127
Anexo	135

Introducción

INTRODUCCIÓN

“Con el paso de los años la actividad humana ha producido efectos y alteraciones en los sistemas naturales, algunos positivos, otros negativos, unos reversibles, otros irreversibles, algunos temporales, otros de carácter más permanente, unos inmediatos, otros de larga gestación y maduración, visibles a veces, no fácilmente perceptibles en la mayoría de los casos, y a menudo despreciables, pero muchas veces catastróficos”.(Herminia, 2006).

“La escasez de recursos energéticos y la contaminación están provocando cambios fundamentales en el ecosistema global, cambios que están ya influyendo sobre las posibilidades de crecimiento económico y desarrollo de los países. Se experimenta una sobreexplotación de los ecosistemas, destrucción de hábitats, y cambios a nivel global que están llegando a ser irreversibles. El interés económico ha orientado el desarrollo tecnológico hacia la mayor productividad entendida como el ahorro en el uso de factores productivos en el aumento de la producción”.(Villalba, 2008)

Las realidades expuestas anteriormente conllevan a alteraciones en el medio ambiente, que aunque nuestro país no dispone de todos los recursos materiales necesarios para solucionar los problemas ambientales existentes; aplica diferentes alternativas de Producción Más Limpia para mitigar estas.

El reciclado constituye una de las principales vías, ya que tiene un efecto favorable sobre el medio ambiente a escala global y regional pues reduce notablemente la extracción de materias primas del medio natural y las emisiones y otros impactos ambientales asociados a su procesamiento, aunque a escala local puede producir afectaciones.

El proceso de recuperación y reciclado de metales implica un conjunto de riesgos generales para la seguridad y la salud de los trabajadores y el medioambiente entre los que pueden destacarse los ligados con el manejo manual de materiales (cortes, golpes, etc.), la presencia de polvos en suspensión y humos, elevados niveles de ruidos, golpes de calor, riesgo de caídas de cargas o la presencia de

Introducción

gases y emisiones tóxicas como consecuencia de determinados procesos físicos o químicos (Albert, 2004)

Las principales problemáticas ambientales asociadas al manejo de diversos tipos de chatarras metálicas. En el caso de baterías de plomo, el derrame o vertimiento de electrolito ácido provoca contaminación de suelo y agua. La función secundaria de cobre, puede producir dioxinas y furanos si ingresa al horno chatarra sucia, con restos de aceite y plásticos, o si no se regulan adecuadamente los parámetros operativos. El problema se incrementa si no existe tratamiento de emisiones. Las bobinas de transformadores pueden estar contaminadas con bifenilos policlorados, en esta situación el proceso de desembobinado y limpieza del dieléctrico puede afectar la salud del operador y contaminar el medio ambiente. El uso de carcasa de transformadores contaminada con PCB (transformadores obsoletos que no fueron descontaminados) aumenta el riesgo de formación de dioxinas y furanos. En el proceso de sinterización de hierro se producen emisiones de dioxinas y furanos por la presencia de fuentes de carbono y cloro, provenientes del combustible y la chatarra sucia. (Fuente: International Development Research Centre, 2005)

El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales:

En muchos países, la relación entre los precios de los materiales reciclables y la mano de obra es tal que el reciclaje es económicamente rentable. Se pueden recuperar materiales y, por consecuencia, economizar materia prima, energía y agua necesarias para la producción de nuevos materiales y reducir la contaminación ambiental. El sector coadyuva a crear fuentes de trabajo para aquella mano de obra no calificada. Permite a la industria conseguir materia prima secundaria a bajo precio y aumentar su competitividad. Se disminuye la cantidad de los desechos que se disponen en los rellenos sanitarios. A fin de poder reciclar más material, obtener una mejor calidad de

Introducción

estos y lograr mayores ingresos para los recicladores se crean diferentes vías, como podemos citar:

Mejorar la calidad y cantidad de los desechos reciclables mediante una clasificación domiciliaria de la basura, capacitación de la población y recolección diferenciada en los comercios. Cooperación entre recicladores y los municipios, en virtud de que los municipios son responsables de la recolección y la disposición final de los desechos sólidos. Autoorganización de los recicladores, fundación de empresas o cooperativas de reciclaje. Estudios de mercado, comercialización organizada a gran escala. Pre-tratamiento de los desechos reciclables.

En Cuba el reciclaje de materias primas es uno de los puntales básicos de la industria sideromecánica, se recuperan 16 tipos de desechos. Entre la chatarra ferrosa se recolecta acero, hierro fundido y acero inoxidable; en la no ferrosa: aluminio, bronce, cobre, plomo, estaño, zinc y otros. Así mismo, en la no metálica, acopia plástico, papel y cartón, textil, envases de cristal, rollos fotográficos, placas radiográficas, madera, toner y cartuchos de impresión. La chatarra electrónica la conforman televisores, refrigeradores, computadoras, radios, teléfonos y otros equipos.

La chatarras no ferrosas como desechos de aluminio, cobre y bronce, son algunos de los renglones claves en el proceso de exportación y los que mayores ingresos reportan a la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas, en lo adelante UERMP. También desempeñan un rol importante la chatarra ferrosa, es decir, el acero proveniente fundamentalmente de la desactivación de maquinarias y equipos dados de baja.

No todas las materias primas recuperadas son aprovechadas por la industria nacional. Una parte de estas se procesan y convierten en rubros exportables que reportan grandes beneficios a nuestra economía.

Las prácticas habituales son susceptibles de mejoras en la búsqueda de reducir el impacto ambiental y el aprovechamiento de las materias primas y dar un correcto destino a los residuos que se derivan de estos procesos a través de acciones de PML

Introducción

tales como: Introducción de buenas prácticas, sensibilización y capacitación de la dirección y del personal, cambios tecnológicos y reutilización de los residuos. Ello nos hace pensar que la PML constituye una excelente oportunidad para la empresa y específicamente para los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa de la ERMPC.

Recuperar todo lo que sea posible, es y será una tarea de primer orden y por ello en el lineamiento 235 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución se insiste en intensificar el reciclaje en todo el territorio nacional. (Cabrera, 2012)

Con respecto a la política de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente, en su lineamiento 138 (PCC 2011), declara que es preciso prestar mayor atención en la formación y capacitación continua del personal técnico y cuadros calificados que contribuyan a la prevención y mitigación de impactos medioambientales en las principales áreas de la producción, también en el lineamiento 139, plantea que es necesario impulsar nuevas vías para estimular la creatividad de los colectivos laborales de base y fortalecer su participación en la promoción de formas productivas ambientalmente sostenibles.

Teniendo en cuenta que en el reciclaje de chatarras metálicas, utilizar estrategias para alcanzar la PML en el uso más adecuado de la materia prima y los recursos a partir de los cambios de actitudes, las buenas prácticas de trabajo, así como el mejoramiento gradual de la tecnología, se puede mejorar el aprovechamiento de las materias primas recuperadas.

Problema de investigación: Oportunidades de mejora no aprovechadas en el procesamiento de la chatarra metálica en la ERMPC.

Objetivo general de la investigación: Aplicar una evaluación de PML en el proceso de chatarra metálica de la ERMPC y proponer acciones para mejorar su desempeño.

Introducción

Objetivos específicos:

- Realizar un estudio bibliográfico referente al proceso de reciclaje para fundamentar teóricamente el trabajo.
- Identificar las potencialidades de ahorro de energía, aumento de eficiencia productiva, mejora del desempeño ambiental y riesgos laborales.
- Realizar una Evaluación de Producción Más Limpia al proceso de tratamiento de chatarra metálica.
- Proponer acciones de PML a los principales problemas identificados en el reconocimiento de los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

Hipótesis: Es posible mejorar el desempeño del Patio de Chatarra “Cantarrana” a través de la aplicación del enfoque de PML.

Aportes de la investigación, se describen a continuación.

- ✓ La aplicación del enfoque de PML en el proceso de reciclaje de chatarra en Cuba.
- ✓ Medidas propuestas para:
 - Reducir el consumo de portadores energéticos.
 - Reducir los desechos sólidos y líquidos.
 - Reutilización de los residuales.

Para lograr los objetivos planteados en la investigación el trabajo se estructura en tres capítulos, conclusiones y recomendaciones.

En el capítulo I, se realiza un análisis bibliográfico y documental del tema, en el que se consideran las referencias bibliográficas para la actividad de reciclaje, haciendo énfasis en el reciclaje de chatarras metálicas en el mundo y en nuestro país, así como la aplicación de PML en el procesamiento de estas.

En el capítulo II, se realiza una caracterización general de la ERMPC y se describe la metodología a seguir para la evaluación de PML en el proceso de tratamiento de la chatarra metálica de la ERMPC.

Introducción

En el capítulo III, se evalúan las oportunidades y opciones de mejoras, a través de una Evaluación de Producción Más Limpia al proceso de tratamiento de chatarra metálica, orientada a los parámetros de proceso y consumo de portadores energéticos. Se proponen acciones de mejora encaminadas a mejorar el desempeño energético productivo del patio de proceso.

Capítulo 1

CAPÍTULO I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

En el Capítulo se define la Producción más limpia, algunas herramientas para aplicar PML y una panorámica sobre la actividad de reciclaje, haciendo énfasis en el reciclaje de chatarras ferrosas y no ferrosas en el mundo y en nuestro país, así como la aplicación de PML en el procesamiento de estas.

1.1– Definiciones generales de la Producción Más Limpia.

El concepto de Producción Más Limpia ha alcanzado reconocimiento a nivel mundial como una estrategia preventiva para la protección del medio ambiente en las empresas. De acuerdo con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA), la Producción Más Limpia (PML) es la aplicación continua a los procesos, productos, y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente.

La Producción Más Limpia puede ser aplicada a procesos usados en cualquier industria, a los productos y los servicios (PNUMA/IMA, 1999)

En los procesos de producción: La PML incluye la conservación de la materia prima y la energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso.

En los productos: La estrategia se enfoca en la reducción de los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final de los productos.

En los servicios: La Producción más limpia reduce el impacto ambiental del servicio durante todo el ciclo de vida, desde el diseño y uso de sistemas, hasta el consumo total de los recursos requeridos para la prestación del servicio.

La producción más limpia se consigue mediante la aplicación de los conocimientos, la mejora de la tecnología y el cambio de actitudes (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

Con la implementación de PML se busca pasar de un proceso ineficiente de control de la contaminación "al final del tubo", a un proceso eficiente de prevención de la contaminación desde su punto de origen, a través de la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía en el proceso, previniendo la contaminación, y la creación de soportes administrativos que permitan manejar integralmente los residuos (IRG y CMPLH, 2008).

El proceso de reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción como se muestra en la figura 1.1, dentro de los cuales se encuentran los niveles preventivos, la reducción y el reciclaje o reutilización y los de control que son el tratamiento y disposición final.

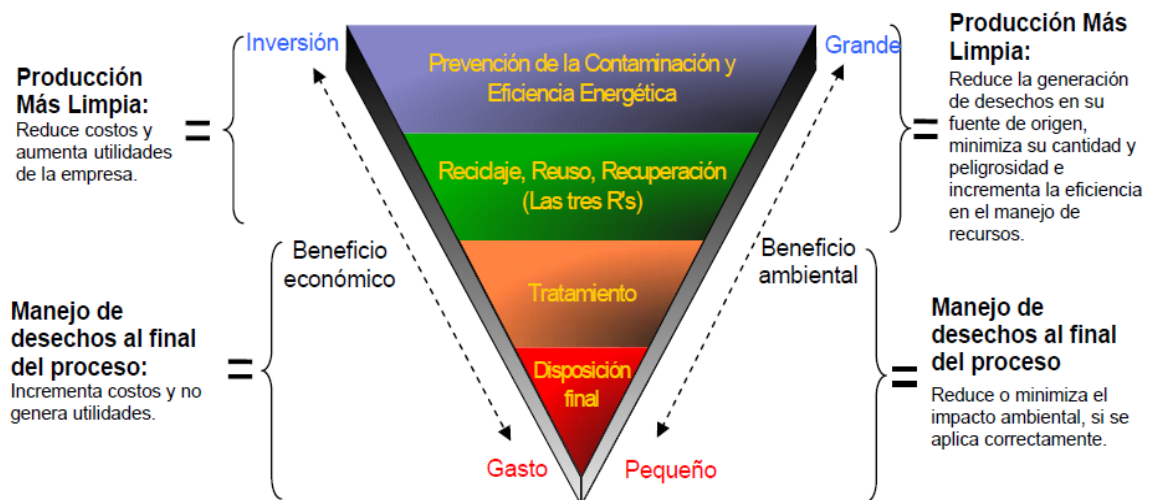


Fig. 1.1 - Esquema piramidal de los niveles de reducción de contaminación.

Fuente: (CPTS, 2005)

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

En la tabla 1.1 se resumen los de beneficios técnicos, económicos y ambientales que se pueden obtener al implementar la estrategia de PML

Tabla 1.1 – Beneficios esperados de la aplicación de una estrategia de PML.

Al REDUCIR	SE INCREMENTA
El uso de la energía en la producción.	La calidad del producto.
La utilización de materias primas.	La eficiencia, a través de una mejor comprensión de los procesos y actividades de la empresa.
La cantidad de residuos y la contaminación.	La motivación personal.
Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos (Ej. Primas de seguro más bajas)	El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados del proceso.
La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus correspondientes sanciones.	La competitividad en nuevos mercados nacionales e internacionales.
Costos en la producción.	Ingresos y ahorros de la empresa.
La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes.	La protección del medio ambiente.
Los riesgos medioambientales en caso de accidentes.	La mejora continua de la eficiencia medioambiental en las instalaciones de la empresa y de los productos.

Fuente: (ONUDI, 1999) (CONAM, 2003).

Al mejorar la eficiencia en el uso de los insumos de producción y los rendimientos, se reducen los costos, se obtienen mayores ganancias y se mejora la posibilidad de competir con mejores precios en los mercados nacionales e internacionales. El uso eficiente de los recursos, reduce el impacto ambiental y mejora la imagen de la empresa o proyecto.

El enfoque de PML se puede aplicar a cualquier proceso industrial, y abarcar desde cambios operacionales relativamente fáciles de ejecutar hasta cambios más profundos, como la sustitución de insumos, la modificación de procesos u operaciones unitarias, o el uso de tecnologías más limpias y eficientes.

Varios autores (Centro nacional de PML España, 2009, Centro Nacional de Tecnologías Sostenibles (CPTS) de Bolivia, 2005 y Universidad Tecnológica de Pereira, 2010) entre otras, han desarrollado guías que facilitan implementar estrategias de PML. Basadas en la metodología de P+L desarrollada por Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI),

La metodología de PML desarrollada por (ONUDI) se basa en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas. Esta metodología se basa en tres conceptos fundamentales que se conocen en la literatura especializada como las tres 3 R's, Reducción, Reutilización y Reciclaje (ONUDI, 1999) lo que se explica en la figura 1.2



Fig. 1.2 – Conceptos básicos de P+L.

Fuente: (ONUDI, 1999)

La implementación de un Programa de Producción más Limpia consta de cuatro fases fundamentales tal y como se aprecia en la figura 1.3 (GTZ, 2007).



Fig. 1.3 - Etapas para la Implementación de P+L.

Fuente: (ONUDI, 1999)

1.1.1. Planeamiento y organización.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Obtener el compromiso de la gerencia y de todo el personal de la empresa.
- Organizar el equipo de PML.
- Definir claramente las metas del Programa de PML en la empresa.
- Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de PML
- Capacitar a mandos intermedios y operarios.

1.1.2. Evaluación en planta.

La fase de evaluación del proceso en planta es crucial en la implementación de la PML, ya que al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo se identifican Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). De este análisis se derivan las principales recomendaciones de mejora. Con la evaluación en planta se determina también la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima así como sus efectos financieros y ambientales. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción (volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo).
- Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- Organizar el equipo evaluador.
- Generar opciones.

1.1.3. Estudio de factibilidad.

En esta fase se elaboran los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las oportunidades de mejora encontradas, para identificar las que sean factibles. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando como estos elementos afectan a la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y beneficios.
- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a tomar.

1.1.4. Fase de implementación.

Esta es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos. Para la implementación se requiere:

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto
- Ejecutar las medidas recomendadas: asignación de recursos y determinación de los responsables de llevar a cabo estas medidas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño, de auditorías internas y de reportes de seguimiento.

1.2. Opciones de Producción Más Limpia.

Identificadas las fuentes de residuos y de emisiones, así como de los puntos críticos en el consumo de energía, agua y materias primas, se inicia la búsqueda de medidas correctivas. Este proceso tendrá un mayor valor si se consideran las sugerencias de todos los miembros del equipo de PML. Los elementos de procesos básicos a considerar se presentan a continuación, de manera individual (PNUMA/IMA, 1999)

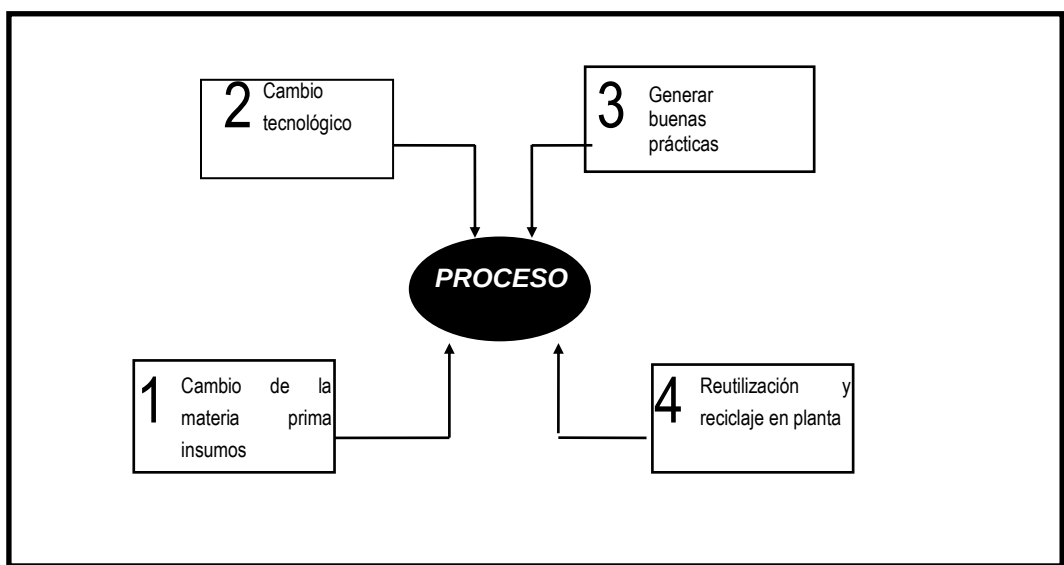


Fig. 1.4- Elementos de proceso para las opciones de producción más limpia.

Fuente: (PNUMA/IMA, 1999).

- Cambios en las materias primas: mediante un cambio en las materias primas se puede reducir la generación y formación de residuos o compuestos residuales peligrosos, originados por la presencia de impurezas en las materias primas inadecuadamente seleccionadas. Al sustituir un compuesto peligroso o contaminante por otro más inocuo, se elimina la necesidad de aplicar un tratamiento al "final del tubo".
- Cambios en las tecnologías: se refiere a las modificaciones que pueden realizarse en el proceso o en los equipos, con la finalidad de reducir la generación de residuos y emisiones, así como al uso eficiente de materias primas y energía.
- Generar buenas prácticas operativas: consiste en una optimización de los procedimientos operativos y administrativos para reducir o eliminar, residuos, emisiones, uso ineficiente de insumos y tiempos de operación.
- Reutilización y reciclaje en planta: estas dos actividades pueden dar lugar a una recuperación de materias útiles, y a la localización de nuevos factores que promuevan el uso adecuado de materias primas, reduciendo así los gastos innecesarios.

De la evaluación del estado de la empresa y de las opciones generales de P+L que se apliquen, se pueden obtener los siguientes resultados: (ONUDI, 1999) (CONAM, 2003)

- Localización de los principales puntos de entrada: consumo de agua, energía, materia prima e insumos.
- Identificación de las principales fuentes de residuos y las cantidades generadas.
- Identificación de procesos que generan una cantidad considerable de residuos.

- Establecimiento de puntos críticos.
- Identificación de fortalezas desde el enfoque de procesos, y desde un análisis económico y ambiental.
- Establecimiento de un programa de reuniones para seguimiento de la implementación.
- Publicación, a nivel interno y externo, de los avances y resultados obtenidos.

1.3 – Reciclaje como actividad comercial.

“En las sociedades de rentas bajas y poco industrializadas, el reciclado de los residuos sólidos constituye una importante fuente de ingresos para las personas y habitualmente no se plantean los peligros que puede entrañar para la seguridad y la higiene”. (IRGSA, 2013)

En los países altamente industrializados existe una clara tendencia a dedicar cada vez más atención al reciclado de las inmensas montañas de residuos que se producen. Existen razones de peso que van más allá del mero valor de mercado de los residuos, entre ellas la ausencia de instalaciones adecuadas para la evaluación de los residuos y la creciente sensibilización pública acerca del desequilibrio entre consumo y protección del medio ambiente. Por tanto, a la recogida y eliminación de los residuos se les ha rebautizado con el nombre de reciclado para elevar de categoría de dicha actividad a los ojos de la población, lo que se ha traducido en una creciente sensibilización respecto a las condiciones de trabajo en el sector del tratamiento de residuos.

Así pues, el reciclado es algo más que la simple sistematización de la recogida o regeneración de materiales procedentes de la producción de residuos.

El reciclado de los materiales implica, en la mayoría de los casos, la separación o clasificación de los materiales residuales según categorías, con un grado mínimo de selectividad como requisito previo para que residuos puedan sustituir a las materias primas originales.

La clasificación puede realizarse en origen (por el propio generador de los residuos) o después de su recogida en una planta central” (Jorn,1999)

El Reciclaje es una de las alternativas utilizadas en la reducción del volumen de los desperdicios sólidos. Este proceso consiste en volver a utilizar materiales que fueron desechados, y que aún son aptos para elaborar otros productos o refabricar los mismos. El reciclaje consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto, útil a la sociedad. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de producción y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales y para eliminar de forma eficaz los desechos. (IRGSA, 2013)

Para Bennett (1999), existen tres tipos de reciclado:

- Reciclado integrado en el propio proceso: por ejemplo, cuando un disolvente para limpieza en seco se somete a filtrado, depuración y secado y se reutiliza, todo ello dentro de un mismo proceso.
- Reciclado al margen del proceso pero dentro de las instalaciones, como cuando los residuos de la producción de plaguicidas se depuran y se reutilizan como base inerte en un nuevo ciclo de producción.
- Reciclado al margen del proceso y fuera de las instalaciones.

En la presente investigación trataremos estos tres tipos de reciclado, aplicados a metales ferrosos y no ferrosos en forma de chatarra como se explica anteriormente, para un mayor entendimiento en la figura 1.5 se muestra el proceso de reciclaje de chatarra metálica y se describen las fuentes que originan misma.

1.4 –Reciclaje de los metales.

Gran parte de la producción mundial de metales se realiza a través del reciclado de la chatarra metálica, la figura 1.5 se muestra este proceso.

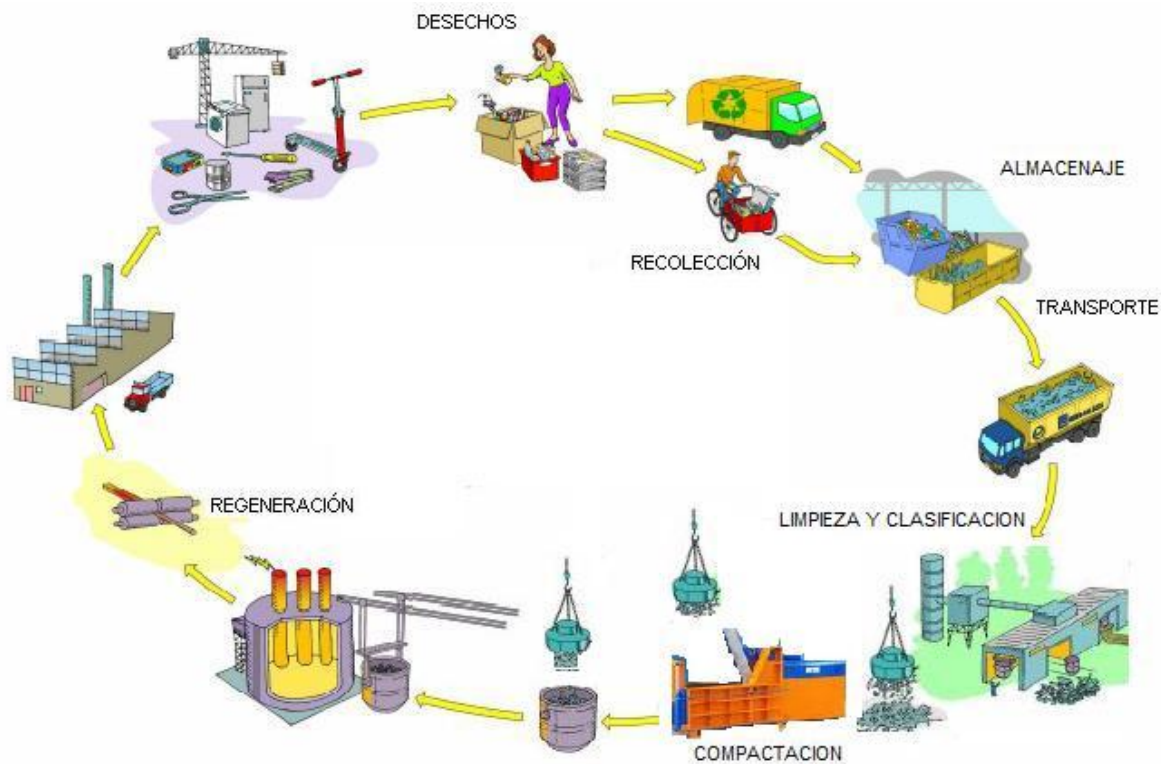


Fig 1.5- Proceso de reciclaje

Fuente: <http://www.slideshare.net/guest900a21/reciclaje-de-materiales-metalicos>

Principalmente las fuentes de chatarra provienen de las empresas, donde los recortes o productos fuera de especificación son desechados. Estos desperdicios consisten de chatarra limpia. Se considera chatarra sucia no clasificada a maquinaria, materiales obsoletos y envases metálicos utilizados.

La siguiente tabla muestra las fuentes más comunes de chatarra clasificadas por tipo de metal.

Tabla 1.2 Fuentes más comunes de chatarra

METAL	FUENTES MAS COMUNES
PLOMO	Baterías de plomo (88% del uso de Plomo), recubrimiento de cables, cañerías antiguas.
COBRE	Cables eléctricos, circuitos electrónicos, bobinados de transformadores, aleaciones de bronce y latón.
ALUMINIO	Residuos de demoliciones, recortes de Productos fuera de especificaciones de fábricas de materiales de aluminio, perfiles, envases
ZINC	Polvos de producción de aleaciones de cobre y acero por arco eléctrico, residuos del proceso de galvanizado.
HIERRO/ACERO	Industria metal mecánica, desguace de automóviles, maquinaria industrial, repuestos y electrodomésticos obsoletos, estructuras y envases.

Fuente: International Development Research Centre, 2005

Como se señaló anteriormente al aludir a la clasificación de los metales, los residuos metálicos o chatarra pueden clasificarse en dos grandes tipos:(Fundación del metal para la formación, cualificación y empleo, 2010)

Chatarra de metales ferrosos, procedente del hierro y acero, y chatarra de metales no ferrosos, procedente de metales diferentes del hierro y el acero, e incluye los residuos de aluminio, cobre, plomo, zinc, níquel, titanio, cobalto, cromo y otros metales preciosos. Aunque menos abundante que la chatarra férrica, tiene un valor económico normalmente superior.

Tanto la chatarra de metales ferrosos como la de metales no ferrosos procede de tres grandes fuentes de origen:

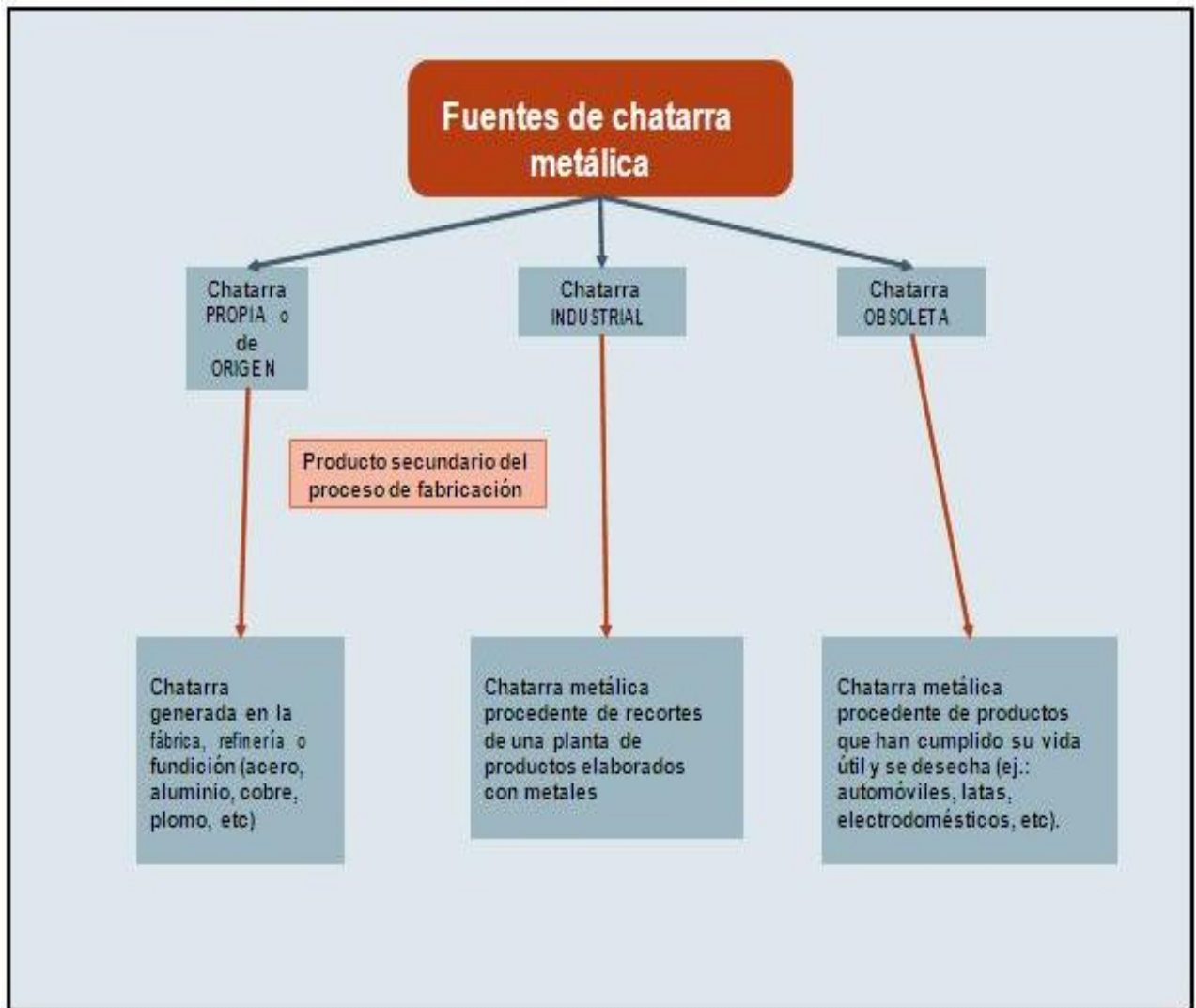


Fig .1.6- Fuentes de origen de la chatarra metálica

Fuente: <http://www.slideshare.net/guest900a21/reciclaje-de-materiales-metalicos>

Propia o de origen: La generada en la fábrica, refinería, o fundición, y que, en general, es recuperada y utilizada de nuevo en la misma planta.

De origen industrial: La chatarra procedente de recortes y mermas surgidos en el proceso de elaboración de un producto/bien de consumo/inversión (electrodomésticos,

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

latas y tarros de acero, aerosoles, máquinas, construcciones y estructuras, barcos, automóviles, trenes, etc.) en el que intervienen productos metálicos.

Obsoleta: La chatarra procedente de bienes de consumos e inversión ya obsoletos que han cumplido su vida de uso. En general, esta chatarra representa un porcentaje muy importante de los residuos metálicos, pero su aprovechamiento requiere de importantes esfuerzos relacionados con su recogida, clasificación, recuperación y reciclado de los productos metálicos asociados. En este sentido, los desarrollos legislativos realizados en los últimos años y relativos a algunos de estos productos (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), envases metálicos, vehículos fuera de uso (VFU), residuos procedentes de la construcción, etc.) están obligando a importantes cambios en la forma de recoger, recuperar y procesar los residuos metálicos existentes en este tipo de productos. (Fundación del metal para la formación, cualificación y empleo, 2010)

Clasificadas las fuentes de origen de la chatarra metálica se describe el reciclado de la chatarra ferrosa y no ferrosa como se aprecia a continuación.

1.4.1 – Reciclado de chatarras de metales ferrosos.

El acero y el hierro, al igual que el resto de los metales, puede ser reciclado una vez que su uso inicial ha llegado a su término un número prácticamente ilimitado de veces, sin perder calidad, y cualquiera que haya sido su origen. Tal y como se mencionó anteriormente, las principales fuentes de chatarra de hierro y acero provienen de la obsolescencia de bienes de consumos e inversión (electrodomésticos, latas y tarros de acero, aerosoles, máquinas, automóviles, etc.) y de mermas industriales (tanto propia como industrial). Son fácilmente identificables en los residuos a través de la separación magnética. Si se logra obtenerlo sin ningún tipo de contaminantes, se trata de un material 100% reciclable y puede reciclarse un gran número de veces el acero es uno de los materiales más reciclados del mundo donde la única limitación al rendimiento del reciclado viene determinada por tres factores:

La efectividad del proceso de recuperación de los usos previos.

La efectividad del sistema de recolección y selección.

Las dificultades técnicas del reprocesamiento.

El acero suele encontrarse con algunos elementos que complican su reciclaje como las varillas con hormigón, cercas o tuberías enterradas. En otros casos, es necesario remover la presencia de contaminantes en el mismo (por ejemplo, en el caso de las latas de hojalata de alimentos, es necesario remover el estaño que contienen las latas de acero a través de la remoción electrolítica de la placa de estaño).

Toda esta chatarra ferrosa, una vez prensada en forma de grandes compactos, es enviada nuevamente a las acerías, donde el proceso de obtención de nuevos productos siderúrgicos (tanto aceros como fundiciones) a partir de chatarras férricas se realiza mediante hornos eléctricos (ciclo electro siderúrgico). Este proceso se contrapone con el llamado integral de obtención de acero a partir de mineral en las instalaciones que disponen de altos hornos.

Según diversas estimaciones correspondientes al período 2006-2008, entre el 40-45% de las necesidades mundiales de acero viene satisfecha por chatarra reciclada, lo que supone importante beneficios medioambientales (reducción de la contaminación del aire y agua o menor generación de residuos) y económicos (ahorros en términos energéticos, menor uso de agua, ahorros en el uso de materias primas, etc.).

Se calcula que el 80% del acero que se produce en España procede de material reciclado.

1.4.2 – Reciclado de chatarras de metales no ferrosos.

Como se explica en el epígrafe 1.3 la chatarra de metales no ferrosos, procede de metales diferentes del hierro y el acero, e incluye los residuos de aluminio, cobre, plomo, zinc, níquel, titanio, cobalto, cromo y otros metales preciosos. A continuación abundaremos sobre dos de los que más se consumen en el mundo actual.

Reciclado de chatarras de aluminio.

En las últimas décadas se está produciendo un incremento masivo del consumo de aluminio, debido a algunas de sus principales propiedades (ligereza, resistencia a la

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

corrosión, excelente conducción de la electricidad, buena reflectividad, ductilidad, impermeabilidad e inocuidad), y se espera que esta demanda se vea fuertemente incrementada en un futuro próximo.

Una parte muy importante de esta demanda es satisfecha gracias al uso de al aluminio de segunda fusión, cuya materia prima básica son las chatarras y recortes de aluminio ya usado y/o de recortes de fabricación, frente al aluminio de carácter primario, obtenido directamente de la bauxita. Estimaciones recientes apuntan a que un 30- 35% de la producción mundial de aluminio corresponde a la producción de aluminio reciclado, con importantes crecimientos positivos en los últimos años.

Al igual que el resto de chatarras metálicas, las de aluminio proceden de dos fuentes principales:

Chatarras obsoletas: procedente de bienes de consumos e inversión que han cumplido su vida de uso, como residuos urbanos con presencia de aluminio (e.g. latas de bebida, papel de aluminio) o procedentes de desguaces de vehículos, equipos electrónicos utilizados, cables, derribos, etc.

Chatarras de origen industrial: recortes y virutas que se producen durante la fabricación de productos de aluminio por parte de diversos sectores industriales.

Una vez que este aluminio usado llega al reciclador, éste se encarga de darle la preparación óptima para su comercialización, que incluye su clasificación y preparación, separándolo de los restos de metales y materiales por diversos métodos, manualmente, separación magnética, separadores por corrientes de Foucault, fragmentado, triturado, cizallado, etc. —, tratando de estandarizar la calidad del material para el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales existentes. Posteriormente, la chatarra obtenida suele ser prensada y empaquetada para facilitar su transporte, bien a un mayorista de chatarras o directamente a la fundición para la producción de aluminio secundario.

Finalmente, señalar que la producción de aluminio secundario aporta indudables beneficios ambientales y económicos derivados del menor consumo energético

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

requerido. La producción de aluminio de segunda fusión requiere solamente un 5% de la energía necesaria para la producción de la misma cantidad de aluminio primario. Se calcula que el 65% del aluminio que se produce en España procede de material reciclado.

El reciclado de chatarras de cobre.

El cobre, al igual que otros metales, puede ser reciclado un número ilimitado de veces sin perder ni degradar sus propiedades químicas o físicas, siendo uno de los materiales más reciclados ya desde la antigüedad algunas estimaciones mantienen que el 80% de todo el cobre extraído durante los últimos 10 mil años aún está en uso en la actualidad.

La fuente más importante de chatarras de cobre son los productos que han finalizado su ciclo de vida funcional (chatarra obsoleta). Entre ellos se encuentran los residuos de construcción (instalaciones de fontanería, gas y calefacción o cables eléctricos), así como equipos eléctricos y electrónicos y productos de latón.

El proceso de reciclado del cobre consta básicamente de la recogida y clasificación de las chatarras de cobre en función de sus niveles de pureza para su posterior envío a la fundición o tratamiento ulterior. Así:

Los residuos que contienen óxidos se funden para formar ánodos que van a electrorrefinación para obtener el nivel de pureza deseado.

En algunas aleaciones, como el latón y el bronce, el residuo de cobre se funde y forma más aleaciones, sin que se vuelva a refinar.

Si el residuo de cobre está mezclado con otros minerales, se evalúa la relación coste-beneficio del proceso de volver a refinarlo. Si esta relación es muy alta como en el caso de la lata y el níquel que sólo se pueden separar mediante electrorrefinación, el residuo de cobre se destina para fines no eléctricos, que no requieren niveles de alta pureza.

El reciclado de cobre plantea importantes ventajas de carácter medioambiental (la minería de cobre suele estar ligada a fuertes impactos medioambientales) o

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

económicas (la cantidad de energía necesaria para reciclar el cobre es sólo alrededor de un 25% de la requerida para convertir el mineral de cobre en metal).

El reciclado proporciona una parte fundamental de las necesidades totales de cobre metálico, donde se estima que en 2004 el 34% de la demanda mundial se satisfizo mediante el reciclado de objetos viejos de cobre (incluyendo el refundido de los desechos del proceso de refinado del mineral (chatarra propia)).

Un ejemplo de reciclaje masivo de cobre lo constituyó la introducción del euro en 2002, que obligó a sustituir las monedas nacionales de doce países europeos, eliminando de la circulación unas 260 mil toneladas de monedas (con un peso aproximado de 147,5 millones de toneladas de cobre), que fueron fundidas y recicladas para su uso posterior en una amplia gama de productos industriales y de consumo.

Los datos siguientes constituyen una muestra fehaciente de lo que puede lograrse a través del reciclaje.

1.5- Datos sobre reciclaje de chatarra metálica en el mundo.

Cerca de 1,16 mil millones de teléfonos celulares son vendidos cada año. Debido a la corta vida útil de dichos aparatos y al rápido avance tecnológico, su reciclaje se ha convertido en una prioridad

Fuente: GloboMeter, 2013

Según la UIT, cerca de 410 millones de computadoras son vendidas cada año, a razón de 13 por segundo. Debido a la rápida renovación de estos artefactos, son millones de PC las que se reciclan cada año.

Fuente: International Telecommunication Union

De acuerdo con Beverage Can Makers, 54 mil millones de latas de aluminio han sido vendidas en 2010. 100% reciclables, se trata del producto más reciclado en el mundo.

Fuente: Beverage Can Makers

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

La sociedad Red Bull, productora de bebidas energizantes, comercializa cada año 4 mil millones de envases de aluminio que contienen la famosa bebida, esto implica 127 latas por segundo.

Fuente: Red Bull

Es más caro fabricar una lata que el líquido que contiene, con la energía que se ahorra al reciclar una sola lata puede mantenerse encendida una televisión por 2 horas.

Fuente:

<http://espanol.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080821204757AAyqyWL>

A una lata de aluminio le toma 500 años descomponerse, pero no existe límite para el número de veces que el aluminio puede ser reciclado.

La energía que se conserva mediante el reciclaje de una tonelada de aluminio es equivalente al uso promedio de electricidad de un hogar en más de diez años.

Reciclar 40 latas de aluminio conserva la misma energía que un galón de gasolina.

Para producir una tonelada de aluminio se necesitan 31 barriles de petróleo, mientras que sólo se necesitan 2 barriles cuando se utilizan residuos de aluminio.

Al reciclar 1 kilogramo de latas de aluminio se evitan 9 kilogramos de emisiones de CO₂.

Al reciclar una lata de aluminio se ahorra la energía suficiente para hacer funcionar un televisor por tres horas y media.

Cuando se usa aluminio reciclado se ahorra un 95 de energía, esto impide que se liberen a la atmósfera toneladas de dióxido de carbono.

Fuente: <http://www.yolimpio.com/recicla/comienza-art-01.html>

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

Por cada tonelada de chatarra de hojalata recuperada en la industria siderúrgica se ahorra: 1,5 Tonelada de mineral de hierro, 0.5 Tonelada de coque, 70% de la energía utilizada, 40% del agua utilizada.

La sustitución del hierro por chatarra puede ahorrar hasta el 76% de la energía utilizada normalmente.

En la fabricación de 1000 latas de acero se consumen 64 kg de hierro, 25 kg de carbón, 0,9 metros cúbicos de agua y se desprenden 171 kg de dióxido de carbono a la atmósfera.

El reciclaje de 1000 kg (1 tonelada) de latas de acero ahorra 1,36 t de hierro puro y 3,6 barriles de aceite y un ahorro de energía del 76%.

Fuente: Adt Reciclaje Hojalata

1.6 – Tecnologías empleadas en el reciclaje de metales en el mundo.

La compactación de los materiales reciclables es uno de los parámetros claves para su comercialización exitosa. Recipientes metálicos y chatarra proveniente de automóviles son materiales muy voluminosos que tienen poco peso. Con una compactación adecuada, el volumen de una cierta cantidad de estos materiales se puede reducir considerablemente. Por consecuencia, la compactación permite bajar los costos de transporte que son uno de los más importantes factores para la eficiencia económica del reciclaje.

En el mercado existen distintos tipos de compactadoras de chatarra, las podemos clasificar en dos grupos: Por su dirección de compactación y por número de etapas.

Por la dirección de compactación pueden ser verticales y horizontales, en las cuales se utiliza la configuración vertical para procesos de menor carga, mientras que las horizontales se emplea en aplicaciones en las que se requiera mayor capacidad.

Según el número de etapas tenemos: simple, doble y triple.

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

Compactadora simple.- En este grupo se encuentran las compactadoras verticales y horizontales; las cuales tienen un solo cilindro hidráulico para realizar el proceso de compactación proporcionando una fuerza de 75t con una presión de 3300 PSI y un motor de 15 HP proporcionando una compactación de 45" a 4" o 6". Esto varía de acuerdo al sistema hidráulico utilizado.

Compactadora doble.- Este tipo de compactadoras son horizontales, cuentan con una tapa de movimiento angular controlada con un cilindro neumático; una vez cerrada la tapa un segundo cilindro de mayor capacidad compacta la chatarra. Generan una fuerza de Compactación de 80t a 130t.

Compactadora triple.- Este tipo de compactadoras son horizontales, tiene el mismo funcionamiento de la anterior, más otro cilindro de mayor capacidad ubicado a un costado, proporcionando una compactación en x, y z. Estas compactadoras se utilizan para trabajo pesado, proporcionando una fuerza de compactación entre 85t a 200t.

La densidad del material prensado no es un parámetro fijo pero depende mucho de la presión máxima de la prensadora. Para una planta de reciclaje donde se tratan diariamente 500 kg o más de material reciclable, siempre es recomendable adquirir una prensa hidráulica. Las prensas hidráulicas economizan mucho tiempo y mano de obra y tienen un mayor grado de compactación. Además, soportan a una cantidad de material más elevada. (Roben, 2003)

A continuación se podrán apreciar algunas prensas con tecnología moderna que se emplean mundialmente en el procesamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.



Fig. 1.7- Prensa óleo hidráulica móvil (Hidroeuropa JCH-350M)

Fuente: www.interempresas.net/Reciclaje/.../prensas-para-metales-y-chatarras-empresas-Reciclaje-y-Gestión-de-residuos.htm

Prensa óleo hidráulica instalada sobre plataforma móvil con grúa para su autoalimentación. Diseñada para el empaqueo de chatarras y metales. Totalmente autónoma. Gracias a su potencia la máquina permite que mientras se está realizando el proceso de prensado automáticamente, el operador puede realizar los movimientos que desee con la grúa (cargar, preparar material, etc).

Características: Potencia motor: 350 HP, Medidas de boca alimentación: 6.000 x 2.300 x 600 mm, Medidas de paquete: 1.000 x 600 x variable según carga, Versión: móvil, Diseñada para prensar, Tipo de materiales de prensa: metales, chatarra, cable, acero, estampación, Producción: 20-25 t/h.



Fig. 1.8 - Prensa óleo hidráulica fija (Hidroeuropa JCH-125F)

Fuente: www.interempresas.net/Reciclaje/.../prensas-para-metales-y-chatarras
empresas - Reciclaje y Gestión de residuos.htm

Prensa óleo hidráulica instalada sobre bancada fija. Diseñada para el empaclado de chatarras y metales. Se fabrica con motor diesel o eléctrico. La máquina lleva incorporado mando a distancia.

Características: Potencia motor: 60 HP, Medidas de boca alimentación: 2.200 X 1.000 mm, Medidas de paquete: 1.000 x 600 mm, Versión: fija, Diseñada para prensar, Tipo de materiales de prensa: metales, chatarra, Producción: 4-6 t/h.



Fig 1.9 - Prensa automática para compactar envases (Paal S1W)

Fuente: www.interempresas.net/Reciclaje/.../prensas-para-metales-y-chatarras
empresas - Reciclaje y Gestión de residuos.htm

La prensa automática de envases S1W se presta especialmente para prensar latas de acero y aluminio formando paquetes muy compactos. Esta prensa súper eficiente para envases se distingue por su solidez, potencia y durabilidad. Una densidad máxima es el resultado fiable de la cámara de prensado, cerrada y robusta y unas elevadas fuerzas de compactación de 650 kN o 1.200 kN. La compactación en sí tiene lugar contra la puerta automática de la cámara de prensado. Las medidas y pesos del paquete compactado cumplen las especificaciones de las acerías.

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

Además se pueden encontrar en las explanadas de todo el mundo, las prensas cizallas Sierra, que se usan para la compactación de chatarra metálica ferrosa y no ferrosa. La experiencia adquirida en su construcción y mantenimiento, junto a la calidad de sus componentes y a sus prestaciones, hacen que esta gama sea ideal en cuanto a productividad y bajos costes/tonelada.

1.7 – Reciclaje de metales en Cuba.

Según Cabrera (2012), el efecto económico estimado por la recuperación de desechos recuperables, superó los 112 millones de dólares durante el primer semestre del año 2012, lo cual constituyó un significativo ahorro a la nación. En Cuba la tarea del reciclaje está legalmente establecida conforme a lo preceptuado en la Ley 1288, de 1975 y un reglamento posterior para la implementación de la misma que en una de sus partes claramente expresa: “No se podrán incinerar, enterrar o conducir al vertedero los desechos de materias primas, productos y materiales reutilizables”.

Añade el citado autor que cifras conservadoras estiman que Cuba posee unas 18 mil fuentes generadoras de materias primas y que el país cuenta con 300 casas de compra de desechos sólidos habilitadas a lo largo y ancho de todo archipiélago cubano.

En el año 2012 la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas (UERMP) vende 316.2 miles de millones de pesos, cumpliendo al 102%, creciendo un 1 % con respecto al año anterior. La divisa se cumple al 105%, es decir 155 millones creciendo un 6% con respecto al año anterior. Las ventas de producción y servicio se cumplen un 104% en la moneda total y 110% en la divisa. Se crece un 8% en la moneda total y 11% en la divisa influenciando la recuperación y los precios en él.

El volumen de las ventas totales en unidades físicas en los últimos tres años se puede apreciar en la figura siguiente.



Fig.1.10- Ventas físicas totales de la UERMP

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las ventas por Exportación, las mismas ascendieron a 56 millones 319 mil CUC para un 125% de sobre cumplimiento, alcanzando 8 millones 521 mil CUC mas que el año anterior.

Si analizamos la figura 1.11 Ventas físicas por exportación, se aprecia un crecimiento del 52%, ya que se venden 12 630 t más que las del año anterior.

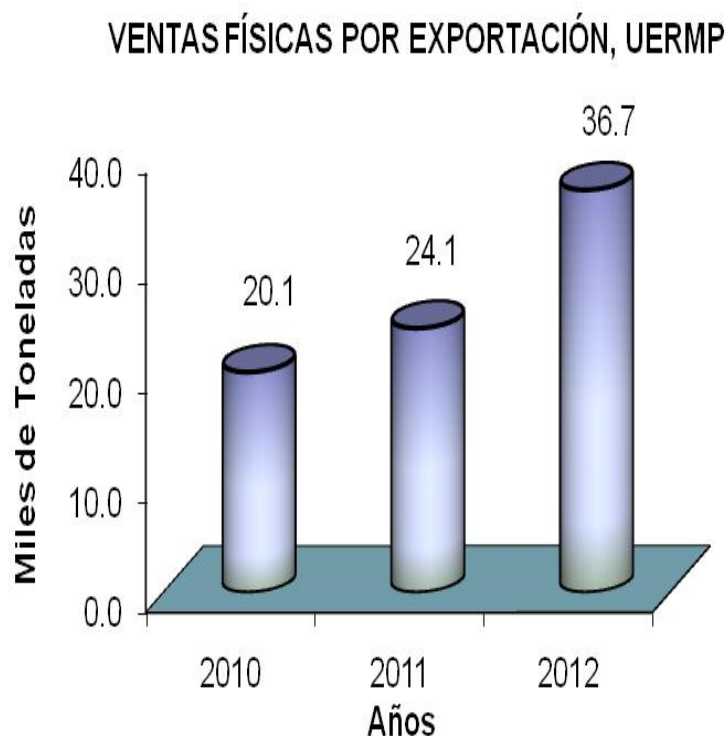


Fig.1.11- Ventas físicas por Exportación de la UERMP

Fuente: Elaboración propia

“Al amparo de los lineamientos económicos aprobados por el VI Congreso del Partido, la entidad nacional recuperadora de materias primas afrontará, en el curso del actual año, el inicio de un proceso de verdadera metamorfosis del reciclaje en Cuba, a partir de tres nuevos modelos de gestión, cobertura bajo un "esquema cerrado" de financiamiento y la categorización de diez renglones como "productos directivos"; o lo que es igual: cuyos planes anuales sus filiales deben cumplir prioritariamente.

Se trata de poner a punto, desde este propio 2013, el arrendamiento de vehículos y de tiendas de compras a trabajadores de esta empresa, pero a título de particulares, para la recuperación itinerante y la adquisición de materias primas, respectivamente; así como también de la constitución de cooperativas de para el reciclaje; por supuesto, primero, de forma experimental en algunos territorios "pilotos" del país; luego, extensivo progresivamente a todos los restantes.

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

Todas las provincias deben prepararse, desde ya, para la venidera adopción de estos novedosos modelos de gestión en el país, cuyos efectos económicos deben permitir a la entidad superar con creces los más de 50 millones de dólares que hoy la entidad aporta a la economía nacional; toda vez de que se les ha incluido entre las cuatro o cinco entidades económicas que pueden operar bajo un "esquema cerrado" de financiamiento; esto es: que pueden disponer de buena parte de las divisas que producen para realizar inversiones y adquisiciones necesarias.”(Sierramaestra, 2013)

Las proyecciones de UERMP para el actual año 2013 y en lo adelante, no debe excluir, una reflexión sobre los resultados del recién concluido año 2012 en la provincia de Cienfuegos. Los datos que aparecen reflejados en la gráfica 1.12 muestran la veracidad de ello, si se tiene en cuenta el incremento de las ventas en unidades físicas totales y por exportación, del 2010 hasta el año 2012.

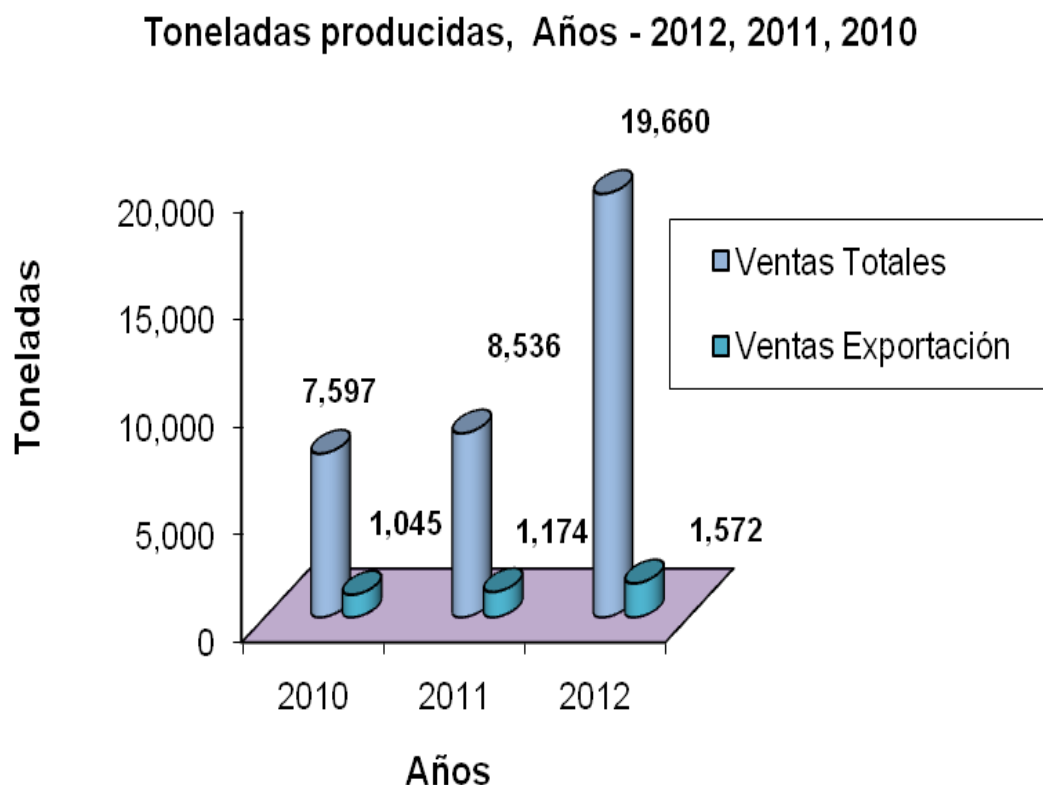


Fig.1.12- Ventas físicas totales y por exportación de la ERMPC

Fuente: Elaboración propia

De forma similar se comportan las ventas en valores por ambos conceptos, ver figura 1.13.

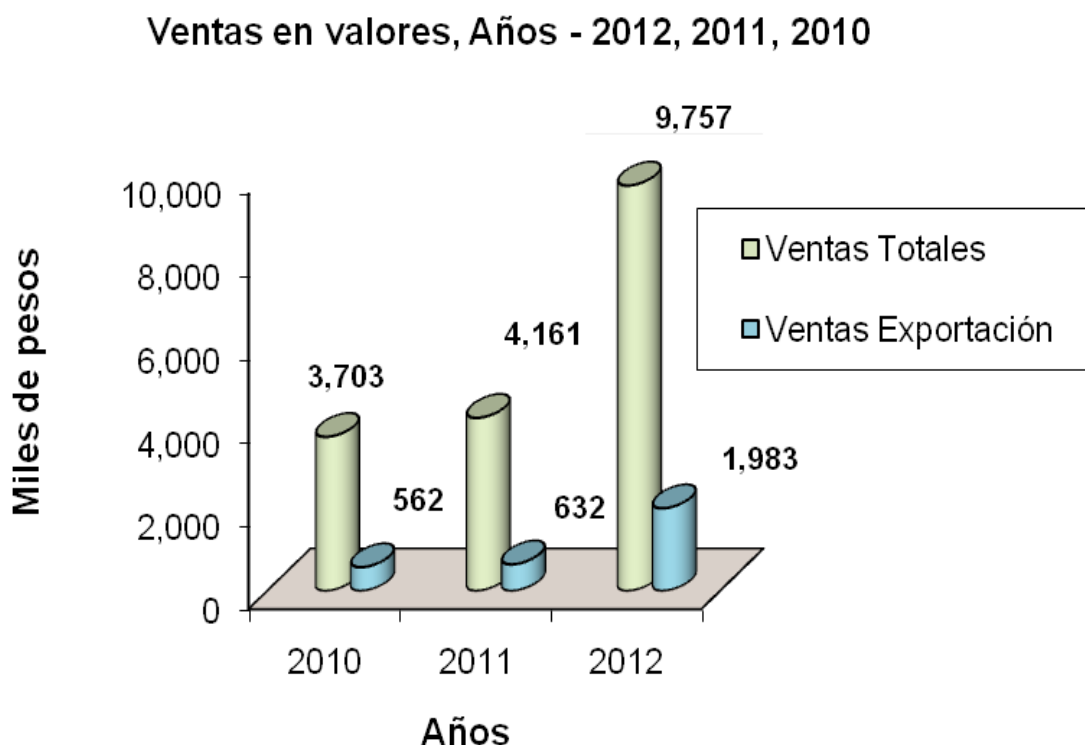


Fig.1.13- Ventas en MP totales y por exportación de la ERMPC

Fuente: Elaboración propia

Se puede señalar en primer término, el sobrecumplimiento en la recuperación de productos ferrosos. No menos notables los saldos en metálicos no ferrosos, sin embargo se incumplieron los productos: aluminio, cobre, bronce a causa de que el potencial de chatarra metálica del territorio tiende a deprimirse en la actualidad. La figura 1.14 ilustra el anterior comentario.

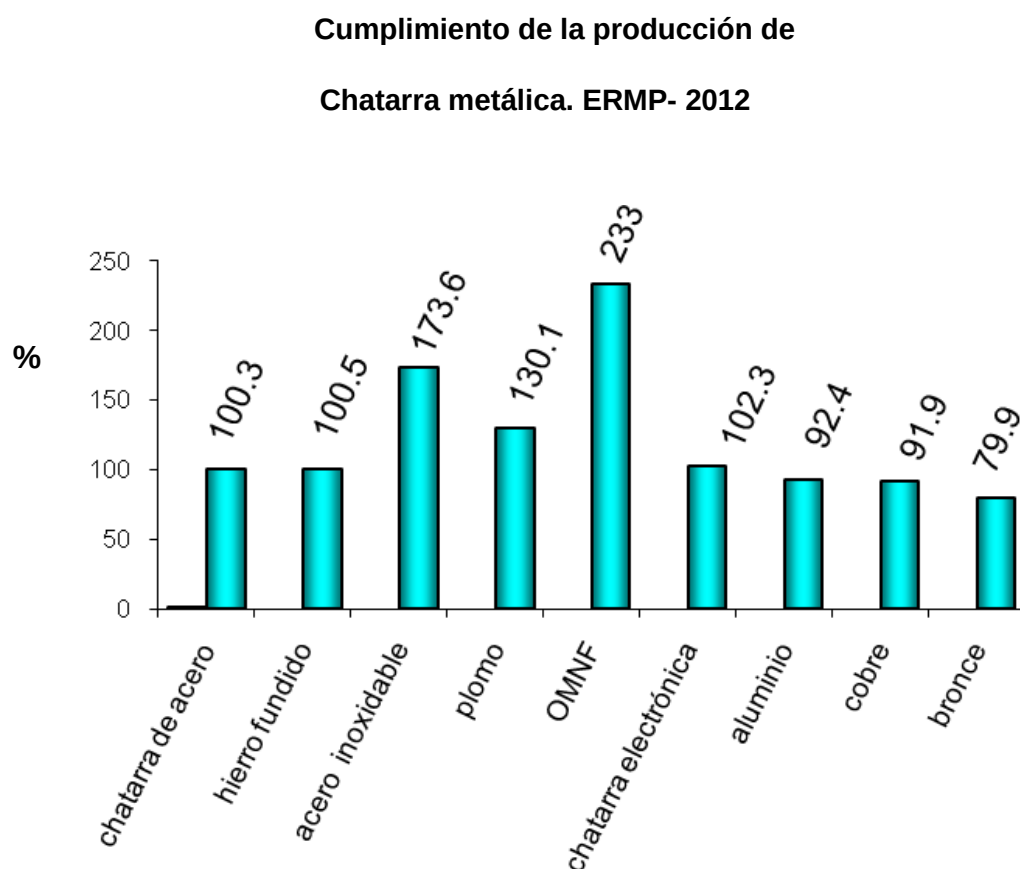


Fig.1.14- Cumplimiento de la producción de chatarra por productos. Año 2012

Fuente: Elaboración propia

1.8 – Impacto ambiental del reciclaje de metales ferrosos y no ferrosos

La mayor parte de los metales que existen pueden fundirse y volver a procesarse creando nuevos metales. Metales como aluminio, plomo, hierro, acero, cobre, plata y oro son reciclados fácilmente cuando no están mezclados con otras sustancias, porque pueden ser fundidos y cambiar de forma o adoptar la misma anterior.

De estos materiales, el hierro es el que tiene mayor demanda comercial. El reciclaje del aluminio está incrementándose bastante debido a que una lata, producto de reciclaje,

Capítulo I – Producción más limpia en el reciclaje de chatarra ferrosa y no ferrosa

requiere solo una parte de la energía necesaria para elaborar una lata similar con materias primas. Si recuperáramos todos estos metales serían una gran fuente de materias primas.

El Impacto ambiental de esta actividad se manifiesta en:

- La reducción del volumen de residuo generado por la industria metal mecánica, construcción, minera, alimenticia etc.
- La reducción de desechos de metal en el medio ambiente.
- El menor consumo de material virgen no renovable.
- La menor emanación de gases y disminución de químico producto de la industrialización de los metales usando materia prima reciclables producto del ahorro energéticos, disminución de contaminantes y residuos.
- El mejor uso de los recursos naturales.
- El Impacto socio-económico
- La generación de fuente de empleo en sectores vulnerables.

CONCLUSIONES CAPÍTULO I:

1. La introducción de prácticas de Producción Más Limpia es necesaria para incrementar la eficiencia de los procesos, reducir los riesgos para los trabajadores y el medio ambiente y aumentar el desarrollo económico en la industria del reciclaje en Cuba.
2. Debido al reciclado de chatarra metálica ferrosa, durante el período 2006-2008, se cubrieron entre el 40-50% de las necesidades mundiales de acero.
3. A causa del reciclado de chatarra no metálica, se estima recientemente que de un 30-35% de la producción de aluminio y de un 34% de la de cobre se satisfizo.
4. Las prensas hidráulicas son las más eficientes en la compactación de chatarra metálica.
5. Durante el año 2012, la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas (UERMP) vende 316 2 miles de millones de pesos, 56 millones 319 mil CUC por Exportación
6. Al cierre del 2012 existe un sobrecumplimiento en la recuperación de productos ferrosos, sin embargo en la recuperación no ferrosa se incumplieron los productos: aluminio, cobre, bronce.
7. El reciclaje de metales provoca impactos ambientes y socio-económicos.

Capítulo 2

CAPÍTULO II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

En el presente capítulo se efectúa una caracterización general de la ERMPC y se describen los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa para determinar potenciales de mejora en los mismos.

2.1 Caracterización general de la Empresa de Recuperación de Materias de Cienfuegos.

La actividad de recuperación de materias primas fue creada el 7 de nov. de 1962 por el Comandante Ernesto “Che” Guevara, representada en este territorio por una Brigada, la cual se convirtió en *Base Mixta Regional* de la antigua provincia de Las Villas y que adquiere el carácter de “Empresa” con fecha 23 de agosto de 1996 a través de la Resolución 289 del ministro de economía y planificación, denominándose Empresa de Recuperación de Materias Primas de Cienfuegos, en lo adelante ERMPC, perteneciente a la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas que a su vez derivan del ministerio de la Industria Sidero-Mecánica de Cuba. Posteriormente por resolución 550 del ministro de economía y planificación, fechada el 9 de noviembre del 2012, se crea la Organización Superior de Dirección empresarial de la Industria Sidero Mecánica (GESIME), atendida por el Ministerio de Industrias.

La entidad está constituida por una dirección General de la Empresa; las direcciones funcionales de Ingeniería, Contabilidad, Capital Humano, Comercialización y las UEB productivas Ferrosa, No metálica no ferrosa, Planta de plásticos y UEB Aseguramiento.

La empresa tiene identificados e interrelacionados todos sus procesos cómo se observa en la figura 2.1, lo que asegura la medición y seguimiento de estos, orientados a la mejora continua.

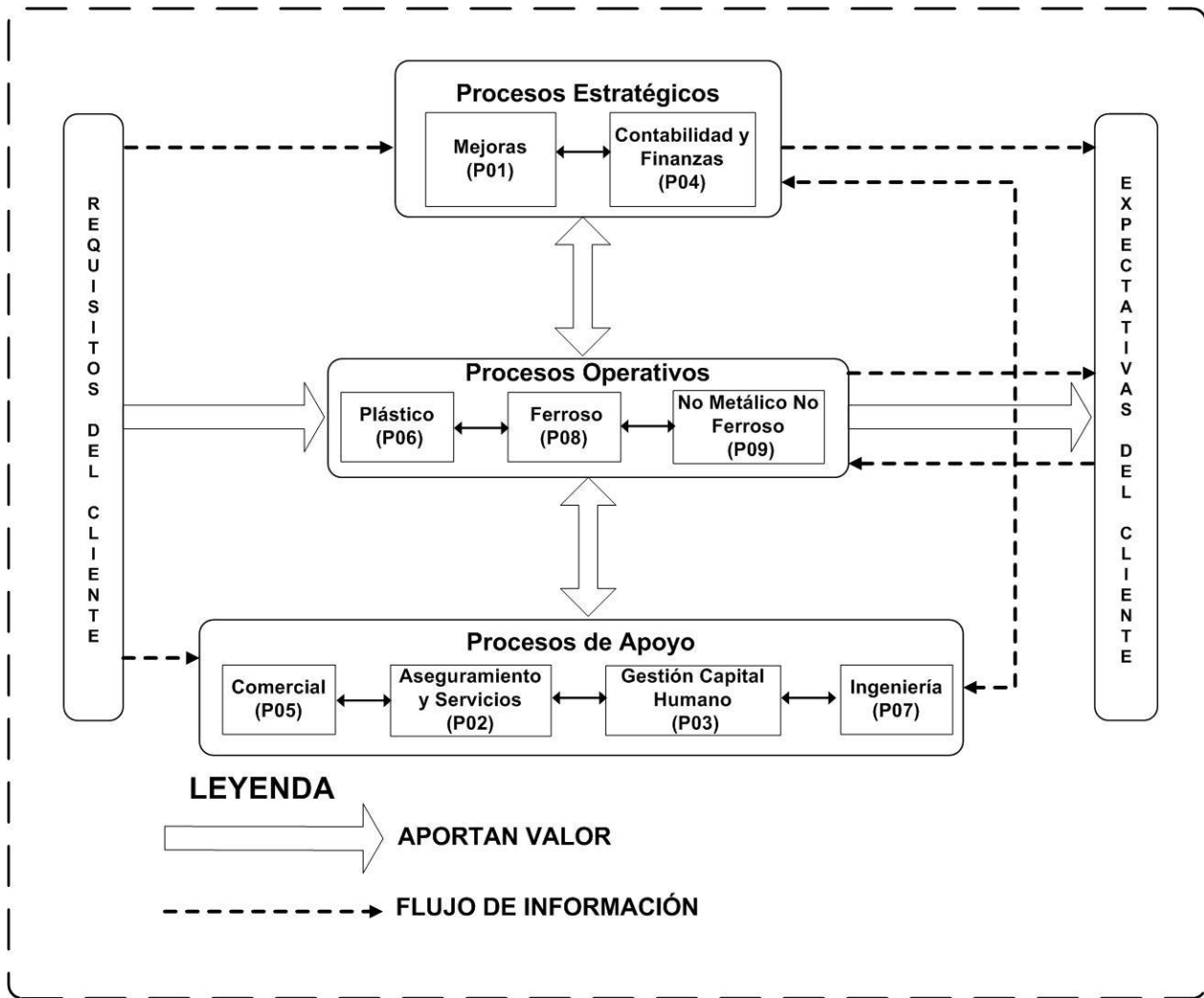


Fig. 2.1- Mapa de procesos de la ERMPC:

Fuente: Registros ERMPC

El **Objeto Empresarial**, aprobado por Resolución 694/2011 del Ministerio de Economía y Planificación de la República de Cuba en el Apartado Tercero, inciso 4 del Acuerdo No. 2817, del CECM, plantea:

a) Recuperar, procesar y comercializar de forma mayorista todo tipo de desechos, envases, artículos, equipos y otros que se generan en la esfera industrial, comercial y productos, en los servicios, en el consumo social, que puede ser utilizado en la economía como materias primas secundarias, en pesos cubanos y convertibles, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Exterior.

Capítulo II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

- b) Comercializar de forma mayorista partes, piezas, componentes, equipos y materiales reciclables, en pesos cubanos y convertibles, según nomenclatura aprobada por el ministerio de comercio exterior.
- c) Ofrecer servicios de recogidas, distribución especializada de todo tipo de producto reciclable, en pesos cubanos y convertibles.
- d) Ofrecer Servicios de desmantelamiento de instalaciones industriales, comerciales y de servicios en pesos cubanos y convertibles.
- e) Brindar servicios especializados de oxicortes y soldaduras en pesos cubanos y convertibles.
- f) Brindar servicios de alquiler de equipos especializados para la recepción e izaje de productos reciclables en pesos cubanos.
- g) Efectuar recogida de materias primas de la población, intercambiando con estos productos, cumpliendo con las regulaciones vigentes.
- h) Brindar servicio de alojamiento no turísticos y gastronómicos asociados a este, a las entidades del sistema de la industria Sidero Mecánica y otros organismos en pesos cubanos.
- i) Brindar servicio de comedor obrero y cafetería a los trabajadores de la entidad en pesos cubanos.
- j) Brindar servicio de transportación al personal en pesos cubanos.

Misión:

“Garantizar un proceso altamente eficiente de reciclaje de los desechos industriales y del consumo social y ofrecer una gama suficiente de productos reciclables y servicios especializados con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes, el ahorro de recursos económicos al país y la preservación del medio ambiente”.

Capítulo II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

Para cumplir con lo expuesto en su misión, la ERMPC se basa en la gestión por procesos para lograr los objetivos propuestos, en concordancia con lo establecido en las normas ISO se ha implantado un Sistema de Gestión Integrado sobre la base del cumplimiento de los requisitos de carácter estatal y regulatorios aplicables para la realización de los procesos y productos que se ofertan, establecidos en las normas: NC ISO 9001:2008, NC ISO 14001:2004 y NC 3001:2007.

Visión:

Ser una empresa de excelencia en la recuperación de desechos reciclables, con una adecuada tecnología y una suficiente diversidad de productos y servicios para la satisfacción de las necesidades de los clientes, el ahorro de recursos económicos al país y la conservación del medio ambiente.

2.1.1 Desempeño básico de la entidad.

El desempeño de la entidad en los últimos tres años se puede apreciar en la figura 2.2 prestando atención a parámetros económicos que aportan los indicadores de producción (productos genéricos que se recuperan y comercializan).

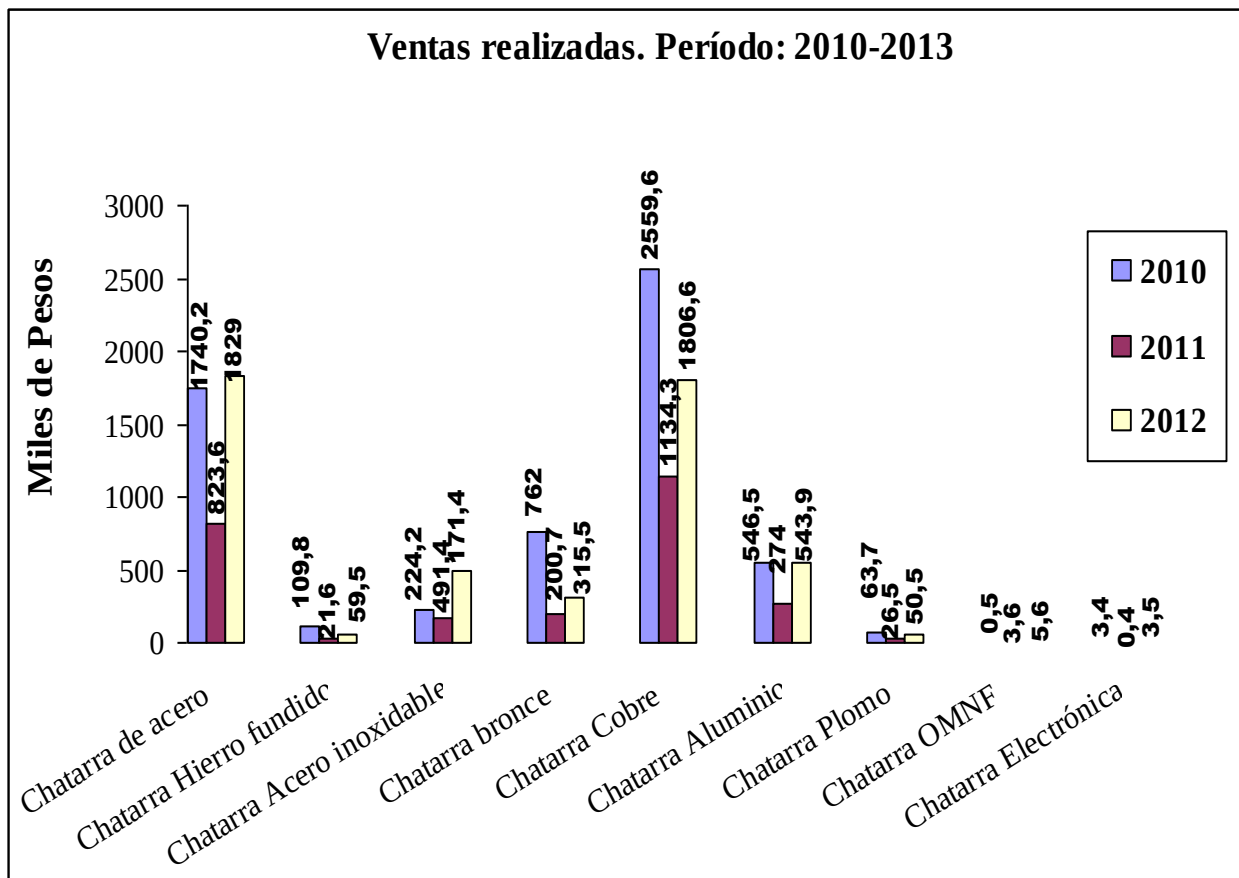


Fig. 2.2- Resultados productivos en la chatarra metálica. Período 2010-2012

Fuente: Registros de la ERMP

En la figura anterior podemos apreciar el comportamiento de los resultados productivos de la chatarra metálica en los años 2010, 2011 2012. El bronce, el cobre, el aluminio manifestaron una disminución en la recuperación en muchos casos las entregas la hacen a otros organismos. Debemos señalar que el genérico OMNF cumplió el plan en unidades físicas pero no en valores debido a la disminución del precio real con respecto al planificado.

La tabla 2.2 muestra el comportamiento de los indicadores económicos fundamentales de la empresa, durante el año 2012. Alcanzándose resultados que le permiten un adecuado desarrollo de sus producciones y el crecimiento de sus ventas.

Capítulo II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

Tabla 2.2: Indicadores económicos del año 2012.

Indicador económico	UM	
Ventas Netas	MP	9756.5
Costos de Ventas Total	MP	4762.4
Utilidad	MP	3820.3
Valor Agregado	MP	6508.8
Valor de la Produc. Mercantil	MP	9756.5
Gasto por peso de ingreso comedor y cafetería.	\$	0.95
Ind. Ventas netas p/peso Prod. Merc	MP	9756.5
Cuentas por Cobrar	MP	742.4
Ciclo de cobros	Días	26
Cuentas por Pagar	MP	212.7
Ciclo de Pagos	Días	27
Salario medio	\$	550.9
Promedio de trabajadores	U	239.0
Productividad	MP	27233
Correlación Salario Med/Prod	%	94
Costo producción mercantil	MP	4762.4
Costo por peso Prod Mercantil	\$	0.4881
Costo/peso de ventas	\$	0.4881
Ventas de las producciones	MP	9756.5
Materias primas y materiales	MP	1970.8
Combustible	MP	325.4
Electricidad	MP	69.2
Salario	MP	1580.2
Servicios comprados	MP	295.6
Otros	MP	122.9
Amortización	MP	217.6
Comunicación	MP	28.8

Fuente: Registros de la ERMPC

Los costos totales durante el año 2012 se comportaron de la siguiente forma:

Tabla 2.3: Costos totales del año 2012.

Costos	Miles de Peso
Materias Primas y materiales	1828.53
Combustible	258.0
Electricidad	65.6
Salario	1655.2
Servicios comprados	598.0
Otros	142.2
Amortización	262.6
Comunicación	12.9

Fuente: Registros de la ERMPC

En la figura 2.3 se puede apreciar que las materias primas y el salario constituyen los mayores costos de producción.

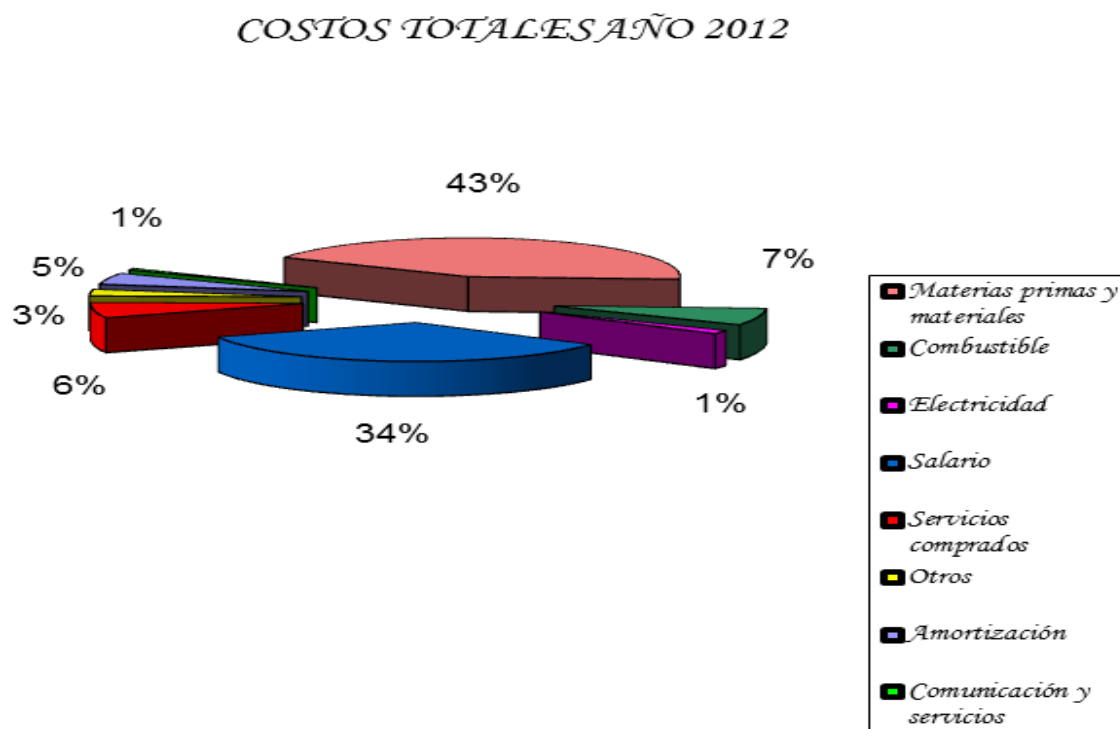


Fig 2.3- Estructura de los costos totales de la ERMP, año 2012

Fuente: Registros de la ERMP

2.1.2 Desempeño ambiental de la entidad

La Ley No.81 del Medio Ambiente de fecha 11 de Julio de 1997 establece que los Organismos de la Administración Central del Estado que tienen a su cargo la rectoría, control estatal, uso y administración de recursos naturales deben establecer los principios que rigen la política ambiental así como sus objetivos. Conociendo que es función común a todos los Organismo de la Administración Central del Estado, incorporar la dimensión ambiental en las políticas, planes, proyectos y programas de desarrollo y demás acciones que realice el Organismo, en correspondencia con el

Capítulo II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

desarrollo económico y social, por lo antes expuesto el Ministerio de Industria rige la Política y la Estrategia Ambiental de GESIME.

La ERMPC, sus Unidades Empresariales de Base y Direcciones funcionales cumpliendo lo establecido con las normas y regulaciones medioambientales -vigentes en el país, posee la Estrategia de Medio ambiente 2011-2015 certificada por la Unidad de Supervisión del CITMA, la cual incluye Política, Objetivo e indicadores, permitiendo accionar y cumplir con los principios que la rigen.

La ERMPC posee en su documentación el R07-33 “Cumplimiento de los Requisitos Vigentes y Aplicables a la Empresa”. En la tabla 2.4, anexo 2, se relacionan las regulaciones que deben ser cumplidas.

En la entidad, se generan durante el proceso productivo un determinado volumen de residuales sólidos y emisiones que inciden en el entorno dentro y fuera de la organización. Estos residuos son emitidos durante el proceso de corte y trasiego de las materias primas secundarias, unos son arrastrados por las aguas pluviales y otras por los vientos, lo cierto es que impactan el entorno dentro y fuera de la instalación.

2.1.3 Estructura organizativa ERMPC.

La ERMPC en su estructura organizativa está constituida por: Dirección General, Dirección de Ingeniería, Dirección de Contabilidad, Dirección de Capital Humano, Dirección de Comercialización, UEB Aseguramiento, UEB productiva Ferrosa, UEB productiva No metálica no ferrosa, UEB productivas Planta de plásticos. El organigrama correspondiente se muestra a continuación en la figura 2.4

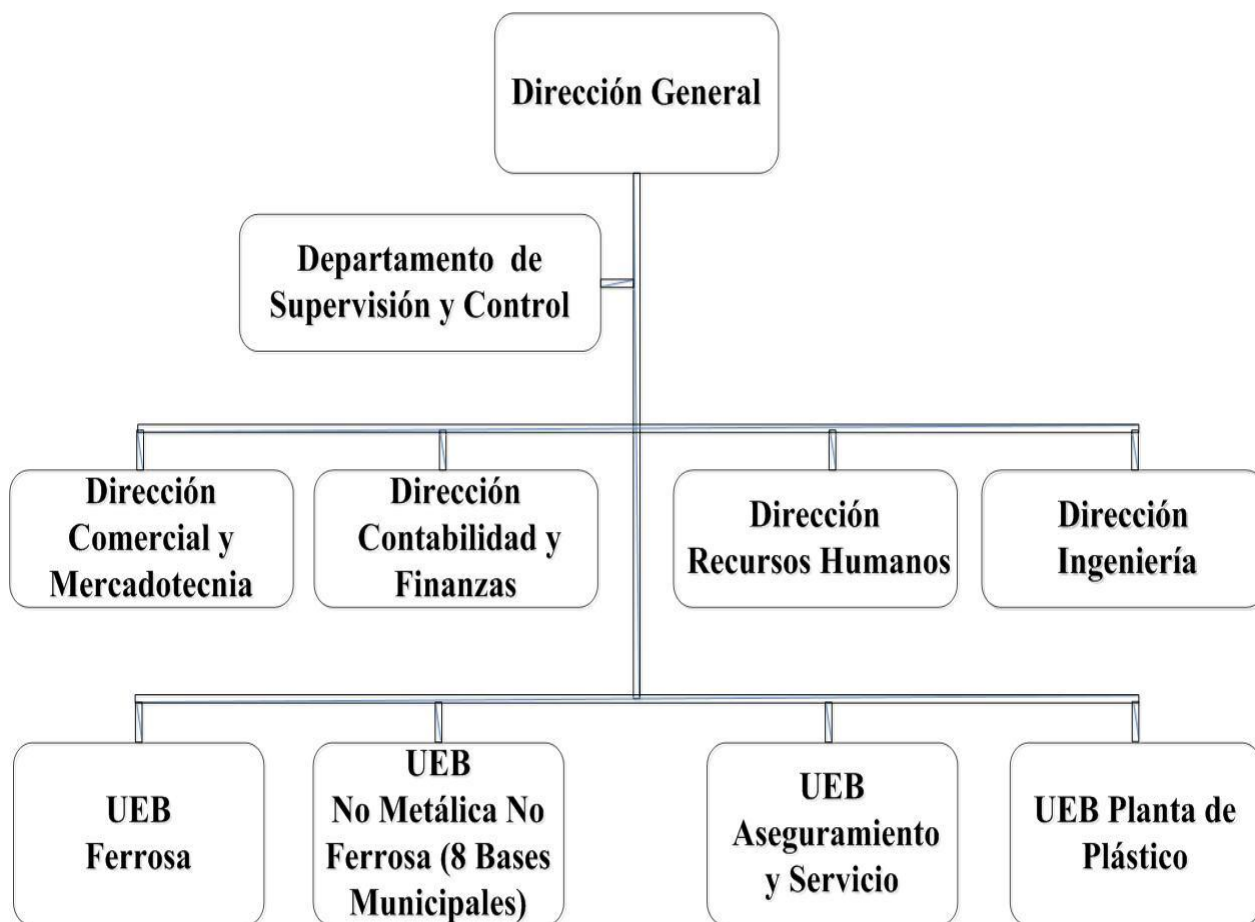


Fig. 2.4- Organigrama ERMPC

Fuente: Registros de la ERMP

Su capital humano es de 251 trabajadores con cierre 2012. El % de trabajadores por categoría ocupacional se refiere en la figura 2.5.

Capital Humano de la ERMPC

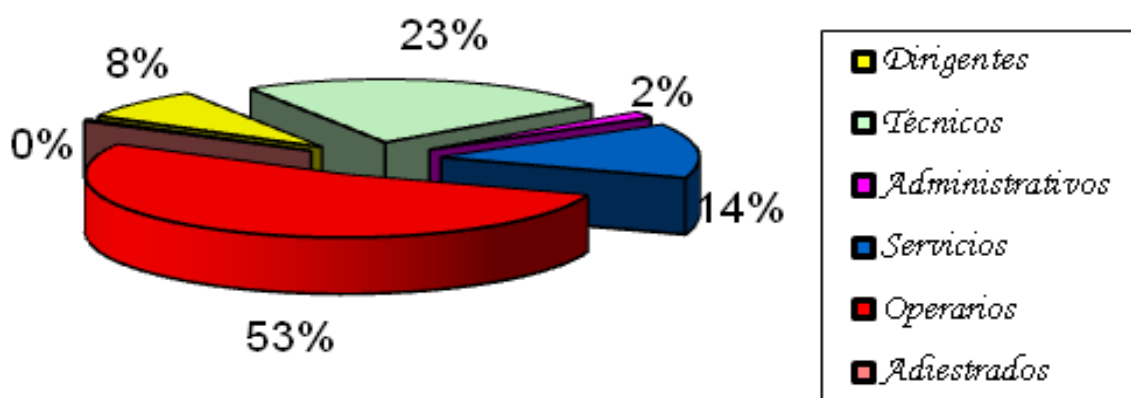


Fig. 2.5- Estructura ocupacional de la fuerza de trabajo de la ERMPC.

Fuente: Registros de la ERMPC

2.2 Patio de proceso de chatarra metálica de Cantarrana.

La instalación, donde se encuentran los procesos objeto de esta investigación, es parte de la Empresa ERMPC. La instalación se ubica en la carretera de Palmira Km. 4 de la cabecera provincial. Fue edificada en el año 1965 como almacén de materias primas. Las edificaciones son de mampostería con techos de placa y tejas grecadas. Comenzó a ser utilizado como medio básico de la ERMPC desde 1985. El inmueble está

Capítulo II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

declarado a todos los efectos legales de la propiedad estatal socialista desde 1996 por la Dirección Provincial de Justicia.

En los límites de la instalación se encuentran varias actividades económicas, incluida la Delegación del MINAGRI con un organopónico, existe un bosque forestal perteneciente al MINAGRI, así como otras actividades de la construcción, etc.

Cuenta con un área en planta de 345 m² de fabricación compuesto por: UEB Aseguramiento y Servicios; UEB Ferrosa; UEB No Metálica no Ferroso. El terreno mide 230 m de frente, 345 m de fondo, 140 m por su lindero derecho y 100 m por su lindero izquierdo, como se muestra en el esquema en planta.

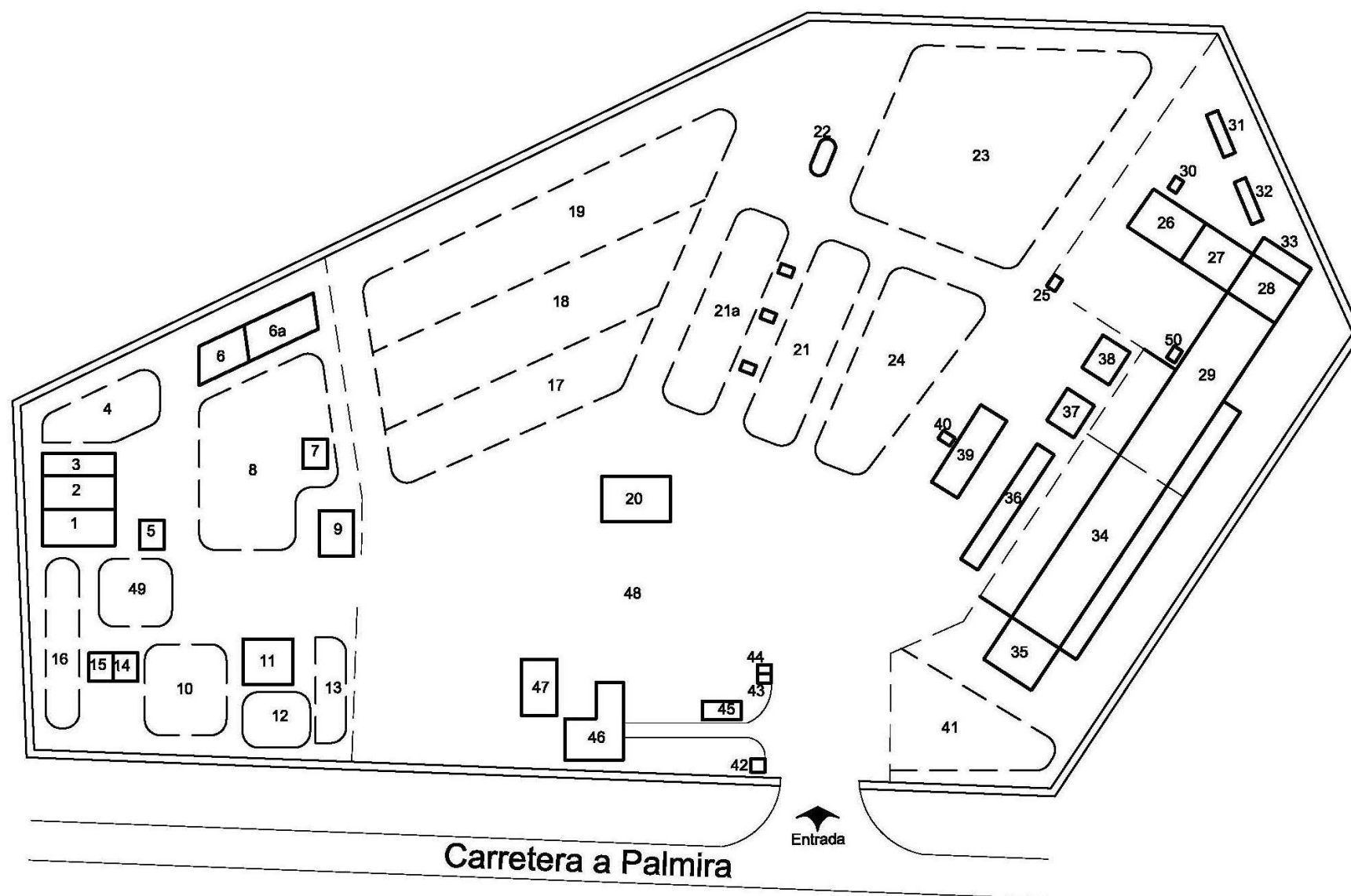


Fig. 2.6- Distribución en planta del Patio de Proceso

Fuente: Registros de la ERMPC

Capítulo II: Caracterización general de la ERMPC y los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

SIMBOLOGÍA:

1 Almacén cielo abierto, pacas Aluminio	25 Oficina J' de Brigada, No Metálico.
2 Almacén Cu	26 Almacén de papel y cartón
3 Almacén Br	27 Almacén de Botellas (Cerveza y Maltas)
4 Almacén cielo abierto, cables	28 Almacén Productos Varios
5 Báscula 2 000kg	29 Almacén Botellas de Ron
6 Almacén chatarra electrónica	30 Molino de Vidrio
6A Almacén baterías	31 Tinas de Vidrio
7 Prensa de aluminio	32 Almacén cielo abierto Madera
8 Almacén cielo abierto, Aluminio	33 Almacén Neumáticos
9 Oficina jefe de brigada no ferroso	34 Taller Automotor
10 Almacén cielo abierto, Equipos de Refrigeración	35 Almacén Central
11 Prensa para aluminio	36 Oficina Dirección Aseguramiento y Dirección No metálico No ferrosa.
12 Almacén cielo abierto, Aluminio	37 Local de Chapistería
13 Almacén cielo abierto pacas de Aluminio	38 Ponchera
14 Almacén cielo abierto Hierro fundido y Acero	39 Báscula 60t, Patio de chatarra
15 Local de descanso del No ferroso	40 Garita de la Báscula
16 Almacén a cielo abierto, Acero Inoxidable.	41 Almacén Áridos
17 Almacén a cielo abierto, Acero	42 Garita DELTHA
18 Almacén a cielo abierto, Hierro Fundido	43 Tienda Cantarrana
19 Almacén a cielo abierto, Chatarra ligera	44 Tienda Paraíso
20 Local de descanso del ferroso	45 Oficina Dirección Ferrosa
21 -21A Área de Oxícorte	46 Comedor y Almacén de Víveres
22 Tanque Criogénico	47 Almacén GLP
23 Almacén cielo abierto, Producción Terminada, Hierro Fundido.	48 Parqueo
24 Almacén cielo abierto Producción Terminada, Acero	49 Área de descontaminación, no ferrosa
	50 Local de descanso del no Metálico.

2.2.1 Tecnología actual del procesamiento de chatarra en la ERMPC.

La tecnología existente para el procesamiento de chatarra en la provincia Cienfuegos, es de procedencia Española y del CAME fundamentalmente, esta data de mediados de los años 60 e inicio de los 70, cuando se creó como una Base mixta de la antigua provincia de Las Villas. Su estructura y diseño inicial ha sido modificada por no existir piezas y equipos complementarios para su mantenimiento y reparación, por ello se ha recurrido al trabajo y cooperación de un grupo de aniristas, y a la brigada de mantenimiento constructivo y reparación de equipos tecnológicos así como el taller automotor, que con sus soluciones hacen posible que esté en explotación muchos de los equipos con que se inició esta instalación.

Ya en los a finales de los años 80 y hasta la actualidad se han ejecutado algunas inversiones, provenientes principalmente de España, para equipos tecnológicos y Holanda para equipos automotores. La tabla 2.5 del anexo 3 muestra los equipos que pertenecen los procesos ferroso y no ferroso.

2.3 Procesos productivos para el procesamiento de la chatarra metálica.

Como se describe anteriormente ambos procesos se ubican en el patio de proceso: Cantarrana, como parte integrante de la ERMPC. Se procesan los productos ferrosos y no ferrosos en cinco etapas u operaciones unitarias:

1. Recepción, pesaje y clasificación
2. Descontaminación
3. Procesamiento
4. Almacenamiento
5. Ventas

2.3.1 Descripción proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.

Tiene la función de recepcionar, procesar y vender productos ferrosos. La función, organización y el desempeño de este, está regido por varias operaciones unitarias como se muestra en el diagrama de flujo, figura 2.7. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa. Este nos permiten ver la secuencias de las operaciones unitarias, las relaciones entre ellas con la finalidad de transformar las entradas del proceso en productos y residuos.

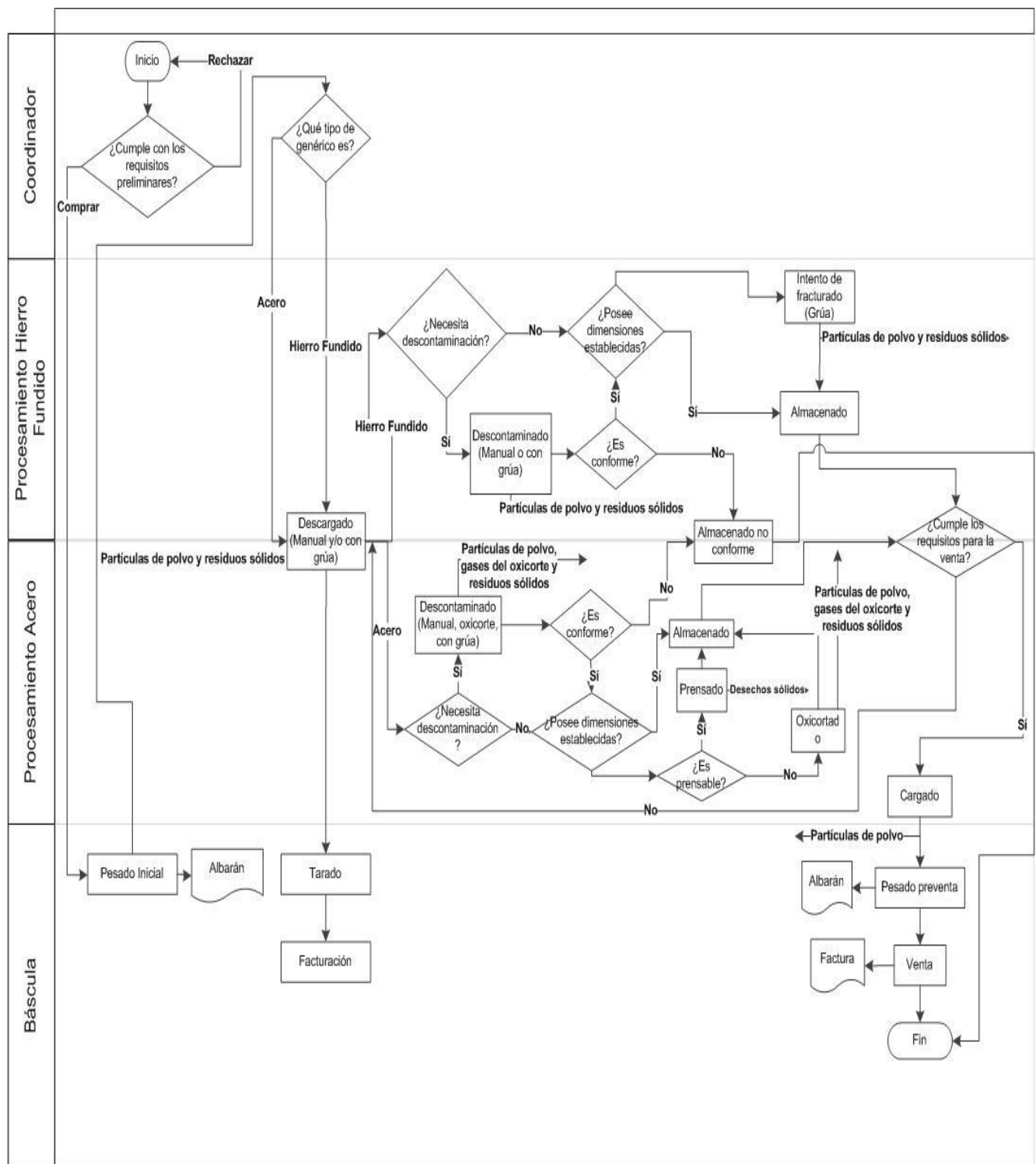


Fig. 2.7- Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa

Fuente: Registros ERMPC

1- Etapa de recepción, pesaje y clasificación.

El coordinador de materias primas en la brigada de proceso o el analista de producción recibe los medios de transporte en el establecimiento ferroso, determinando el tipo de genérico al cual pertenece (chatarra de acero o chatarra de hierro fundido), luego este pasa hacia la báscula de 60t para realizar el pesaje correspondiente.

Los productos se descargan en diferentes áreas según la clasificación y los descuentos de calidad se realizan teniendo en cuenta los requisitos establecidos en los contratos.



Fig. 2.8 - Clasificación del acero y hierro fundido (chatarra ferrosa).

El método de inspección se efectúa del modo siguiente:

La inspección se realiza a todo el lote por lo que el tamaño de la muestra coincide con la cantidad pesada, donde se inspecciona los requisitos establecidos para cada producto como se refiere en el acápite anterior.

De acuerdo a los resultados obtenidos se toman las siguientes decisiones:

Aceptar el lote

Rechazar el lote

2- Etapa de descontaminación.

La descontaminación se realiza de tres formas:

1. Con el equipo de oxicorte.
2. Manual.
3. Con la grúa.



Fig. 2.9 - Descontaminación de la chatarra ferrosa mediante grúas.

Estas funciones son realizadas por los oxicortadores, clasificadores de metales, y los grueros, que poseen los conocimientos sobre los requisitos de calidad para el producto.

Después de realizada la descontaminación la chatarra es enviada al área de proceso o al área de producción terminada para la venta, según corresponda. En caso de resultar un producto no conforme se envía al área destinada para esto.

3- Etapa de procesamiento.

El procesamiento comienza en el área de oxicorte, donde los oxicortadores cortan la chatarra de acero a la medida (800x500x500) según NC 10-23: 83 “Chatarra y desechos de acero. Especificaciones de calidad. Reglas generales de selección y recolección” la chatarra puede ser pesada, ligera y prensable.

El prensado se le realiza a la chatarra ligera cuando existen grandes volúmenes acumulados, esta operación es realizada por una prensa contratada y las pacas deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos.



Fig. 2.10- Procesamiento de la chatarra de acero mediante oxicorte.

Posteriormente se efectúa el cargue de los camiones para la venta directamente del área de proceso, prensado o producción terminada.

4- Etapa de almacenamiento.

El almacenamiento del producto terminado para su futura venta se hace en áreas delimitadas, diferenciándose cada una por un cartel que identifica el tipo de producto que está almacenado. La manipulación del producto terminado se hace con equipos de izaje.



Fig. 2.11- Almacén a cielo abierto de la chatarra ferrosa.

5- Etapa de ventas.

El coordinador de materias primas en la brigada de proceso es el encargado con sus trabajadores de cargar los camiones para las ventas de los diferentes productos. El cargue se realiza con la chatarra proveniente del área de proceso, del área de producción terminada y del área de entrega de las bases.

Durante el cargue el coordinador de materias primas en la brigada de proceso y el analista B de producción controlan e inspeccionan la calidad al 100% basándose en las normas de calidad especificadas en los contratos.



Fig. 2.12- Venta de la chatarra ferrosa.

El coordinador de materias primas en la brigada de proceso y el analista B de producción son los encargados de liberar los productos para la venta, quedando una copia firmada al dorso por uno u otro y la concordancia lo constituye la factura que firma el cliente, así como la conformidad de su aceptación o no del producto.

2.3.2 Descripción proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Del mismo modo, este proceso tiene la función de recepcionar, procesar y vender productos no ferrosos. Para un mejor entendimiento ver figura 2.13. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

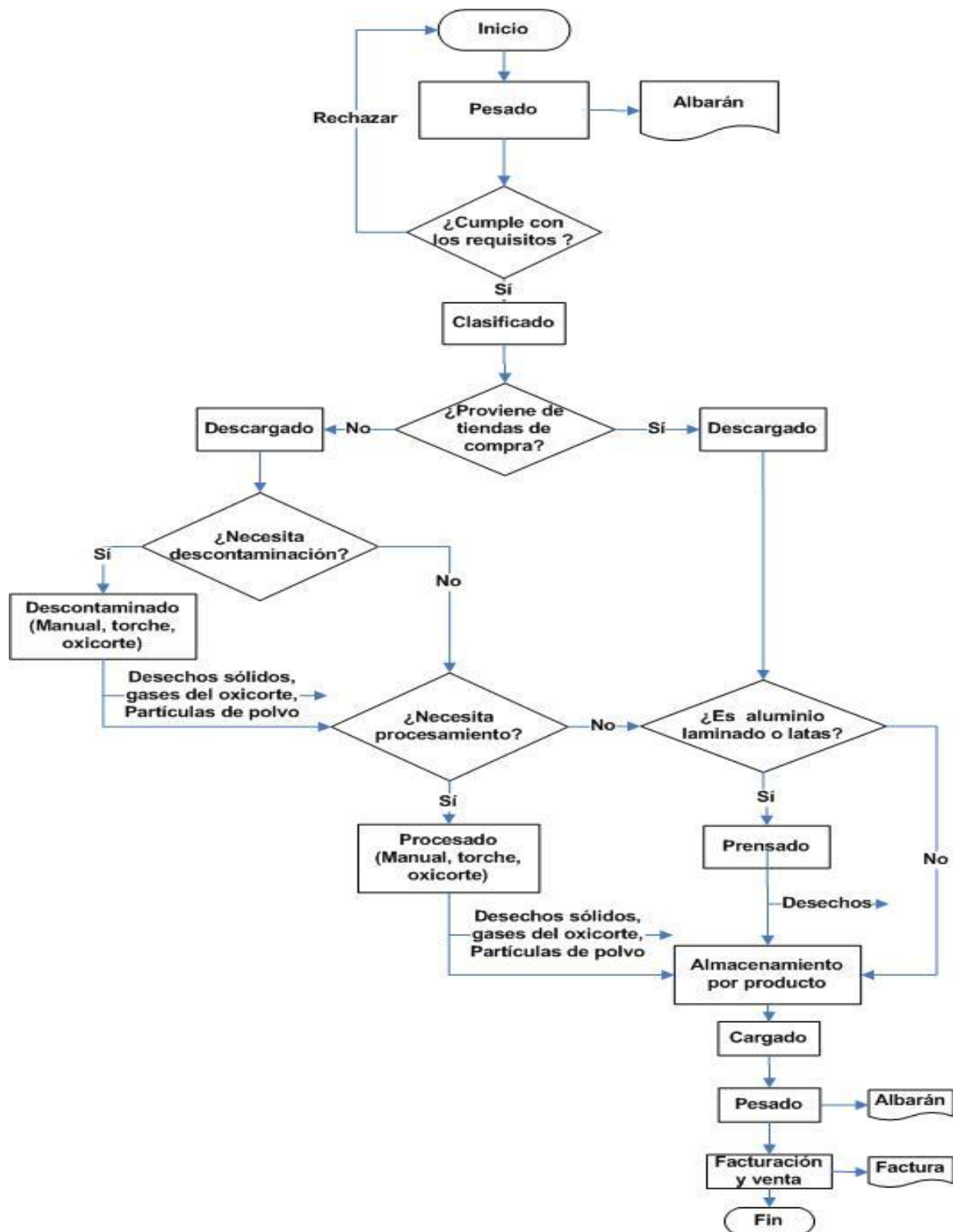


Fig 3.13- Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Fuente: Registros ERMPC

1- Etapa de recepción, pesaje y clasificación.

Cuando hacen entrada los camiones con desechos de materias primas secundarias procedentes de las Bases Municipales, después de comprobado los productos que trae el camión se procede a su pesaje en la bascula de 60t del establecimiento ferroso, donde se registra su peso en un programa computarizado.



Fig. 2.14- Pesaje de la chatarra no ferrosa.

Cuando se termina de pesar el camión se dirige a las áreas de procesamiento o almacenamiento, donde el Jefe de brigada basándose en las normas de calidad clasificará los desechos de materias primas secundarias según el tipo de producto.

Los productos se descargan teniendo en cuenta diferentes aspectos que son:

Si los desechos de materias primas secundarias (o los productos que trae el camión) vienen contaminados por otros productos de diferentes características (acero, madera, plástico, entre otros), se lleva al área de descontaminación.

Si los desechos de materias primas secundarias (o los productos que trae el camión) llevan procesamiento como prensado, corte, entre otros, se destinan a los diferentes puestos de trabajo para su posterior procesamiento.

Si las materias primas secundarias vienen conforme a los requisitos de calidad establecidos, no llevan procesamiento ni descontaminación, entonces se descargan en las áreas de almacenamiento, según el tipo de producto.

Cuando el camión termina de ser descargado regresa a la báscula para ser tarado. Todo este proceso, datos y resultados quedan registrados. La inspección de entrada, se efectúa al momento del pesaje, teniendo en cuenta los requisitos de calidad que establecen las normas vigentes, las instrucciones emitidas por la UERMPC y las especificaciones declaradas en los contratos.

Los metales a procesar son:

- ✓ Chatarra de bronce
- ✓ Chatarra de Cobre
- ✓ Chatarra de Aluminio
- ✓ Chatarra Electrónica
- ✓ Chatarra de Plomo
- ✓ Chatarra no ferrosa
- ✓ Chatarra de acero inoxidable

2- Etapa de descontaminación.

Las materias primas que necesitan ser descontaminadas son descargadas en el área de descontaminación, para separar las materias extrañas o metales contaminantes. Para ejecutar esta labor se puede optar por las siguientes variantes.

- ✓ El Equipo de corte Torche

- ✓ El Equipo de Oxicorte
- ✓ Manual



Fig. 2.15- Descontaminación manual de la chatarra aluminio.

Estas formas de descontaminación son realizadas por un obrero calificado para estas funciones el cual está obligado a conocer las especificaciones de calidad para cada producto.

Después de realizar la actividad de descontaminación de los desechos de materias primas secundarias se destina al área de proceso si lleva procesamiento, si no se destina al área de almacenaje para su venta.

3- Etapa de procesamiento.

El procesamiento de los desechos de materias primas secundarias lo desarrollan uno o más trabajadores dependiendo del tipo de proceso que se haga, estos son:

- ✓ Prensado.

Se realiza a las materias primas secundarias de aluminio, en este prensado solo se utilizan el aluminio laminado y las latas de aluminio (cerveza, refresco, malta, etc.). El prensado de aluminio es realizado por una prensa BA y por una prensa JM 40 de mayor capacidad y fuerza.



Fig. 2.16- Procesamiento de la chatarra de aluminio.

El proceso de prensado es realizado por dos o más trabajadores, uno es el operador el cual está calificado para operar la prensa y los demás son estibadores que alimentan la prensa, cargan las pacas de aluminio y las trasladan al área de almacenaje. En este proceso se hace una descontaminación rigurosa al producto

✓ Corte y Oxicorte.

El corte y oxicorte se realiza cuando los desechos de materia prima secundaria tienen dimensiones fuera de las especificaciones de calidad, las dimensiones son dependiendo del tipo de cliente que las compra, ya sea para hornos que es de acuerdo a la boca o para ser almacenada en contenedores que depende de la medida del contenedor. Esta operación es realizada por el mismo obrero que descontamina, ya que

es el que está calificado para operar estos equipos. Se utilizan los mismos equipos, el torche y el oxicorte en el área de descontaminación.

✓ Pelado de Cable.

El pelado de cable es realizado por una peladora de cable la cual es operada por un obrero calificado en su uso, esto se hace con el objetivo de limpiar rollos, alambres y cables que vienen forrados de plástico u otro material. La operación es realizada cuando hay existencia de este producto.

Al terminar este proceso los productos son inspeccionado y plasmado dicha inspección en el de registro de Inspección del proceso y salida del producto (R09-37) área de almacén para su posterior venta. Durante el procesamiento en cada puesto de trabajo el obrero de cada área realiza inspección visual y al 100 % de los desechos de materias primas secundarias teniendo en cuenta las especificaciones de calidad de cada producto.

El Jefe de Brigada realiza aleatoriamente varias inspecciones durante la jornada laboral por lo que le da seguimiento y medición al producto en todas sus etapas en los diferentes puestos de trabajo, al igual que el Analista B de Producción, donde inspecciona los requisitos establecidos y las especificaciones de calidad. Si son detectados productos no conformes, estos son reprocesados o destinados a otros, y serán bien identificados. Se deberá elaborar un reporte de no conformidad para dar solución a la problemática señalada. También el Jefe de Brigada realiza una inspección de primer nivel donde inspecciona los equipos de su área, los puestos de trabajo, el almacenaje, los medios de protección, entre otros.

El Contador D lleva el modelo de ajuste de inventario (SNC-2-22). Este documento registra las mermas o ajustes de materias primas, roturas, faltantes o sobrantes de la producción en el área.

4- Etapa de almacenamiento.

El almacenamiento de las materias primas recicladas limpias y preparadas para su futura venta se hace en áreas delimitadas, diferenciándose cada una por un cartel que identifica el tipo de producto y estado en que está almacenado.



Fig. 2.17- Almacenamiento de la chatarra no ferrosa.

La manipulación de las materias primas recicladas se hace manual o mecanizada, la manual es hecho por estibadores y la mecanizada por un montacargas u otro equipo de izaje.

Toda esta mercancía almacenada está lista para su posterior venta a diferentes compradores dependiendo del tipo de producto a vender.

5- Etapa de ventas.

Los Jefes de Brigadas son los encargados con sus trabajadores de cargar los camiones para realizar las ventas de los diferentes productos. Durante el cargue controla e inspecciona la calidad al 100% basándose en las normas de calidad y las especificaciones de calidad de los contratos.



Fig. 2.18- Cargue de la chatarra no ferrosa.

El Director de la UEB, de conjunto con los jefes de brigadas y el analista B de Producción son los encargados de liberar los productos para la venta y la concordancia lo constituye la factura que firma el cliente, así como la conformidad de su aceptación o no del producto.

Para la elaboración del diagrama de flujo de cada proceso son identificadas todas las entradas a los procesos tecnológicos y el comportamiento de las mismas en las diferentes unidades, por ello se analizan por separado la corriente de cada una de las entradas y salidas, donde y en qué etapa del proceso se generan desperdicios y cuáles son las fuentes. Representadas en los diagramas de flujos de los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa.

Caracterizada la empresa y con ella los procesos seleccionados podemos decir que existen diferentes factores que han impedido el desempeño ambiental exitoso en el control del impacto de las actividades sobre el medio ambiente. Podemos mencionar

entre otros: La carencia de los recursos materiales y financieros para acceder a las tecnologías más limpias, falta de sistemas regulatorios sobre las emisiones y sistema de control de la contaminación a la salida del proceso, inexistencia de normativas tecnológicas y ambientales actualizadas, la falta de conocimiento a todos los niveles sobre los beneficios económicos y ambientales de la introducción de la producción más limpia y la poca exigencia por parte de las autoridades ambientales.

La descripción de los diagramas de flujo nos permite determinar que los desechos que se originan en los dos procesos, se reintegran a estos, se reciclan en otros procesos o fuera de la empresa en dependencia de su tipo y calidad. No se utiliza agua en la producción y el portador más empleado es el diesel seguido de la energía eléctrica, el aprovechamiento de ambos portadores energéticos es eficiente, por lo que para la ERMPC, este aspecto no se considera significativo.

CONCLUSIONES CAPÍTULO II.

1. La tecnología utilizada para el procesamiento de la chatarra metálica data de los años 60 y 70.
2. La ERMPC no realiza cuantificaciones de cantidades y valores de los desperdicios y residuales generados en los procesos productivos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa, puntualmente.
3. Aunque se cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental implantado, no existe una adecuada gestión de los residuos.
4. A pesar de que el diesel representa el 6% de los costos totales de la empresa, es el mayor consumidor de los portadores energéticos, ya que en la transportación de la recuperación y ventas de materias primas secundarias se centra su principal uso.
5. En las prácticas habituales de trabajo de los procesos de tratamiento de chatarra ferrosa y no ferrosa existen posibilidades de mejoras en aras de reducir el impacto económico ambiental, ya que existe un alto potencial de recuperación de materias primas e insumos contaminantes a través de acciones de PML.

Capítulo 3

CAPÍTULO III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

En este capítulo se realiza la intervención en el patio de chatarra de “Cantarrana” y se identifican acciones de PML que pueden contribuir a mejorar su desempeño ambiental y productivo.

3.1- Preparación del diagnóstico producción más limpias.

En la evaluación preliminar se analizaron todos los equipos involucrados en los procesos, los mismos se resumen en la tabla 2.4 del anexo 3 que se explica en el capítulo anterior.

Se realiza la búsqueda y recolección de datos e información existente sobre operaciones que se desarrollan en los procesos, y se identifican las entradas y salidas; productos y las corrientes de desperdicios o residuos con posibilidades de ser reducidas o eliminadas.

Para la identificación de las entradas y las salidas en los procesos tecnológicos se establecen tres tareas en las que se realizan, valoraciones, determinaciones, y observaciones, para realizar el estudio, estableciendo un orden:

- Recopilar y preparar la información básica.
- Reconocimiento de los procesos.
- Balance preliminar de materiales y energía.

3.1.1 Recopilación de información sobre los procesos de producción.

Para obtener la información básica y necesaria en la evaluación de PML de los procesos tecnológicos se siguieron los siguientes pasos:

1. Identificación de las entradas de materia prima, agua y energía en los procesos productivos.
2. Identificación de las salidas de los procesos productivos.
3. Identificación de los destinos finales.

4. Determinación de los niveles de recirculación interna, reciclado externo y reutilización de los residuos.

En la figura 3.1 se puede apreciar el diagrama cualitativo de entrada – salida del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.

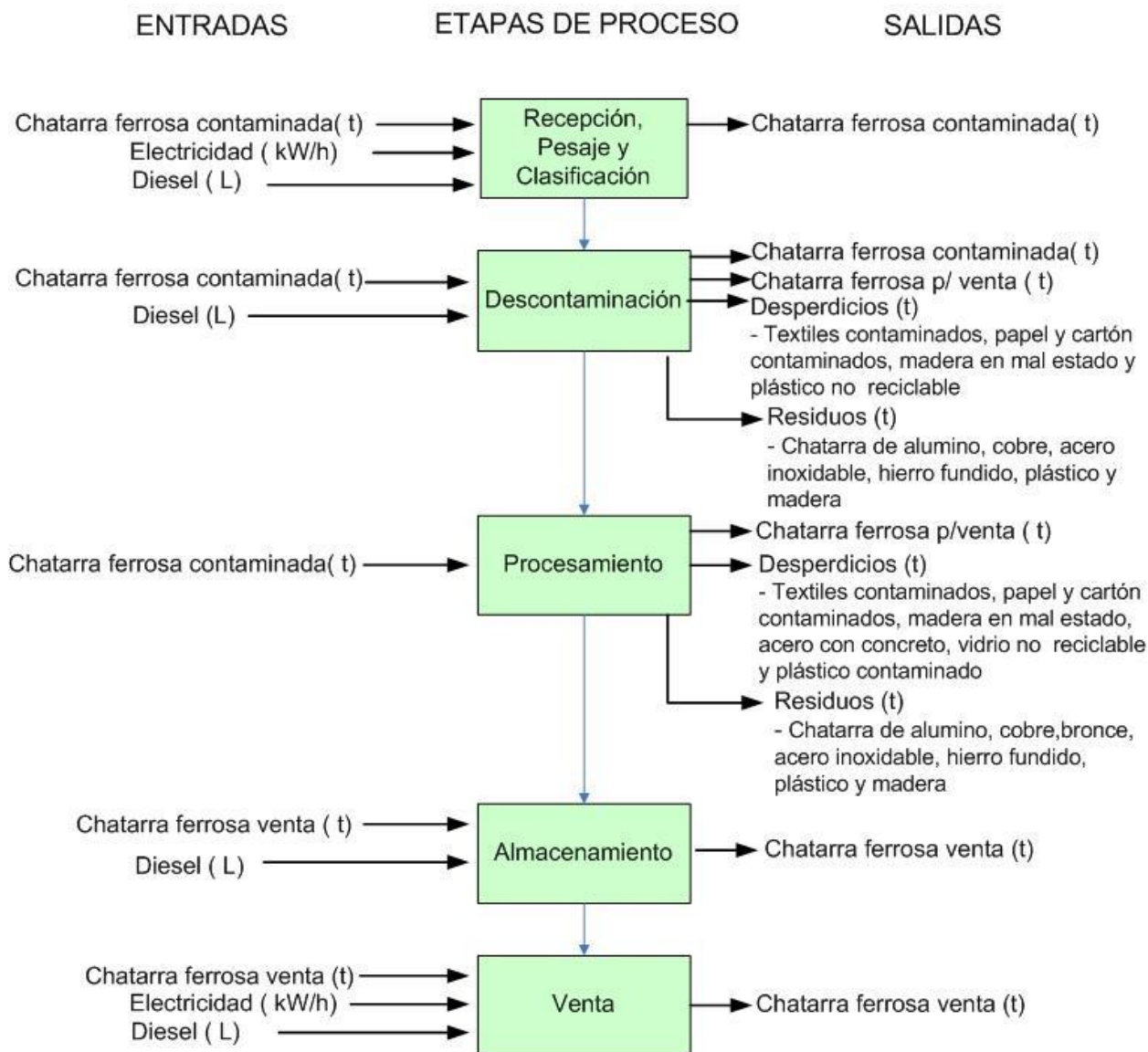


Fig. 3.1 - Diagrama cualitativo de entradas y salidas, proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Entrada al proceso productivo, tratamiento de chatarra ferrosa de materia prima, agua y energía.

En la recolección de la información básica se toman las entradas al proceso productivo, tomando como referencia el año 2012, como se indica la tabla 3.1.

Entradas al proceso de Materias Primas

La actividad fundamental de la entidad es la recuperación, procesamiento y comercialización de materias primas secundarias. De manera general, la empresa para la compra de materias primas tiene establecidos requisitos de calidad. Los criterios de evaluación se establecen según la calidad del producto recuperado y los volúmenes a recuperar y se evalúan en “Proveedores Calificados” y “Proveedores No Calificados”. Es política de la ERMPC limitarse de realizar las compras a proveedores no calificados, esto se realizará cuando no hay otra opción y se apruebe por el director de las UEB.

Las materias primas secundarias que entran al proceso están constituidas por: Chatarra de acero y de hierro fundido.

Entradas al proceso de Agua

El agua que se utiliza en la instalación es destinada para consumo humano y aseo, la misma es suministrada desde por un pozo ubicado en la Finca “La Caridad”, carretera Palmira a Cienfuegos Km 4 ½ a través de la red de acueducto de Cienfuegos de esta zona. La calidad del agua de la fuente de abasto se garantiza por el tratamiento con cloro que se le proporciona en la propia estación, por lo que la Empresa de Acueductos y Alcantarillados de Cienfuegos se compromete en el contrato a cumplir con los parámetros de calidad del agua establecidos en la NC 93-02-85.

La instalación cuenta con un plan de ahorro de agua y cumple con los consumos planificados en dicho plan. De un plan asignado de 381m³, se consumieron 297m³.

El metro-contador de agua se encuentra ubicado a la entrada de la instalación y el gasto se mide a los procesos por la cantidad de comensales que tienen estos.

Entradas al proceso Energía

Como se explica en el capítulo anterior la energía eléctrica que se le suministra a ambos procesos proviene de la Empresa Eléctrica Cienfuegos perteneciente a la Unión Nacional Eléctrica. No poseen instalaciones industriales ni generadoras de vapor. El equipamiento y maquinaria para la transformación y transporte de materias primas se alimenta de combustible y energía eléctrica.

Los portadores energéticos que consumen son diesel, gasolina, lubricantes, gas licuado del petróleo (GLP) y electricidad.

En este proceso el portador energético fundamental es el diesel que representa un 84.2%, seguido de la electricidad con un 10.1%, los lubricantes un 2.3%, la gasolina un 0.9% y por último el GLP que representa solo el 1.9%.

Tabla 3.1 Entrada de Materia Prima, Agua y Energía en el proceso de tratamiento de chatarra ferrosa. Año 2012.

Elementos	U/M	Cantidad
Materias primas secundarias	t	17216
Agua	m ³	297
Electricidad	kW	17849
Diesel	L	134699
Gasolina	L	2363
Lubricantes	L	13523
G.L.P	kg	1659

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Salidas del proceso productivo, tratamiento de chatarra ferrosa.

En la recolección de los datos de las salidas del proceso se valoran las cantidades a partir de la entrada (producción chatarra, consumo de agua, portadores energéticos y los residuos) desglosados en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Salidas del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa. Año 2012.

Elementos			U/M	Cantidad
Materias mejoradas	Primas	secundarias	t	14355
Desperdicios			t	36
Residuales			t	2825

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Destino final de los residuales del proceso productivo, tratamiento de chatarra ferrosa.

El procesamiento de chatarra ferrosa genera residuos líquidos y sólidos, a continuación se relacionan los mismos:

Residuales líquidos:

Se originan residuales líquidos provocados por aguas albañales y por aguas pluviales.

Los residuales albañales son generados en las instalaciones sanitarias, las mismas se vierten en una fosa de 16 m³ .

Esta zona está a cielo abierto, un relieve irregular producto de acumulaciones de chatarra y tierra y no se observa ninguna canalización de las aguas pluviales para la colección de la contaminación que debe arrastrar el agua de lluvia. Las aguas de arrastre van en dirección a orificios practicados en la pared frontal de la instalación que colinda con la carretera de Palmira a Cienfuegos. En la parte trasera la cerca tiene orificios por donde existe la posibilidad de que las aguas pluviales salgan al exterior. El suelo de este almacén a cielo abierto se observa suelto y seco constituyendo una capa de aproximadamente 7 centímetros, consideramos que las aguas de arrastre pueden lavarlo en cantidades apreciables.



Fig. 3.2- Suelos que se arrastran por las aguas pluviales

Residuos sólidos: Al analizar este tipo de residuos consideramos que se pueden dividir en dos grupos, uno, los residuos sólidos que se reincorporan al proceso y los residuos del proceso de descontaminación, se acopian según clasificación. Se dispone de un procedimiento, pero se aprecia que muchos de los residuos que se pueden reciclar en la organización van a la basura.



Fig. 3.3- Residuales sólidos ferrosos

3.1.5 Niveles de recirculación interna, reciclado externo y reutilización.

Actualmente los residuales se clasifican en el proceso y se distribuyen según su utilidad en el mismo proceso o en otros, previo pesaje de los mismos, los que van al vertedero municipal son acopiados en tanques y se llevan por medios propios hasta él. Sin embargo, una gran cantidad queda sin recoger, tanto en el procesamiento como en el trasiego del producto de un área a otra.

Posteriormente se evalúan, en forma preliminar, las entradas y salidas de las operaciones unitarias para la producción de cada genérico y se estimaron los costos derivados de las ineficiencias productivas, así como la generación y tratamiento de residuos y la disposición final de los desechos.

3.2. Balance preliminar de masa y energía e identificación de la operación unitaria (OU) crítica, proceso de tratamiento de chatarra ferrosa

En el balance preliminar de materiales y energía se utilizan los datos que se obtuvieron de los registros de controles de producción, consumos, balance económico, fichas de costo de producto, tarifas y facturas, registro de pagos, estados de cuentas de la UEB Ferroso y de la Dirección General de la Empresa.

3.2.1 Balance de Masa, proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.

Para el balance de masa se toma la chatarra ferrosa, materia prima del proceso expresada en (t) y en función de la cual están los demás recursos. Tomando como base de cálculo el año 2012, para la obtención de los datos de consumo de agua, electricidad, diesel, Gasolina, Lubricantes y GLP y los desperdicios generados en el proceso de producción de chatarra de acero y de hierro fundido.

Los costos asociados se toman de los valores de cada uno de los elementos. Se pueden consultar los mismos en la tabla 3.3. Uso y precios de materias primas secundarias, agua y energía, Anexo 4.

3.2.2 Cantidades y valores anuales de las entradas de materias primas y salidas del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.

Representación gráfica del balance de materiales del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa, se pueden apreciar las entradas de materia prima y energía al proceso en cantidad y valor.

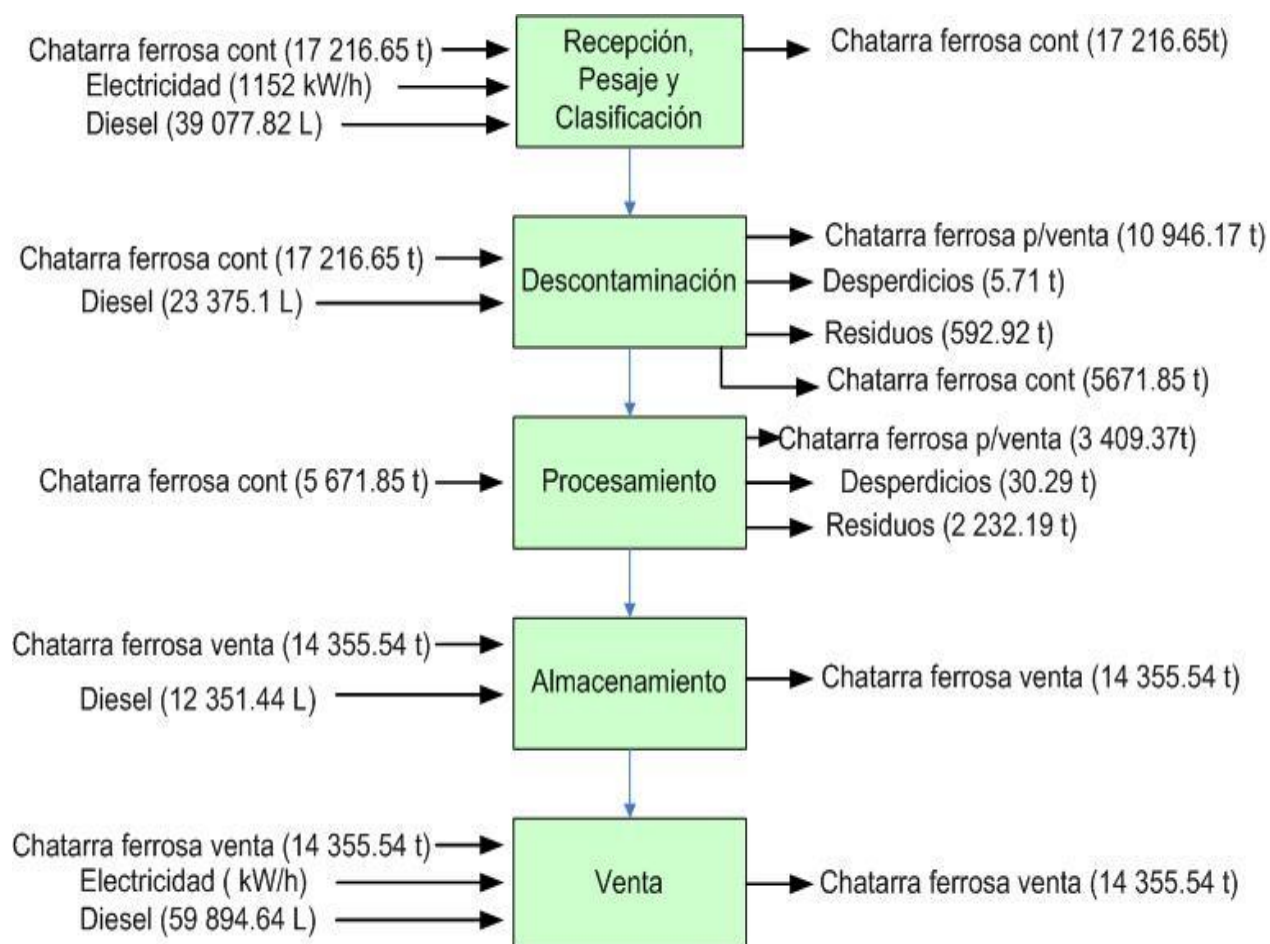


Fig. 3.4 - Diagrama cuantitativo de entradas y salidas, proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.

De igual forma se procede a realizar el estudio del proceso productivo de tratamiento de chatarra no ferrosa.

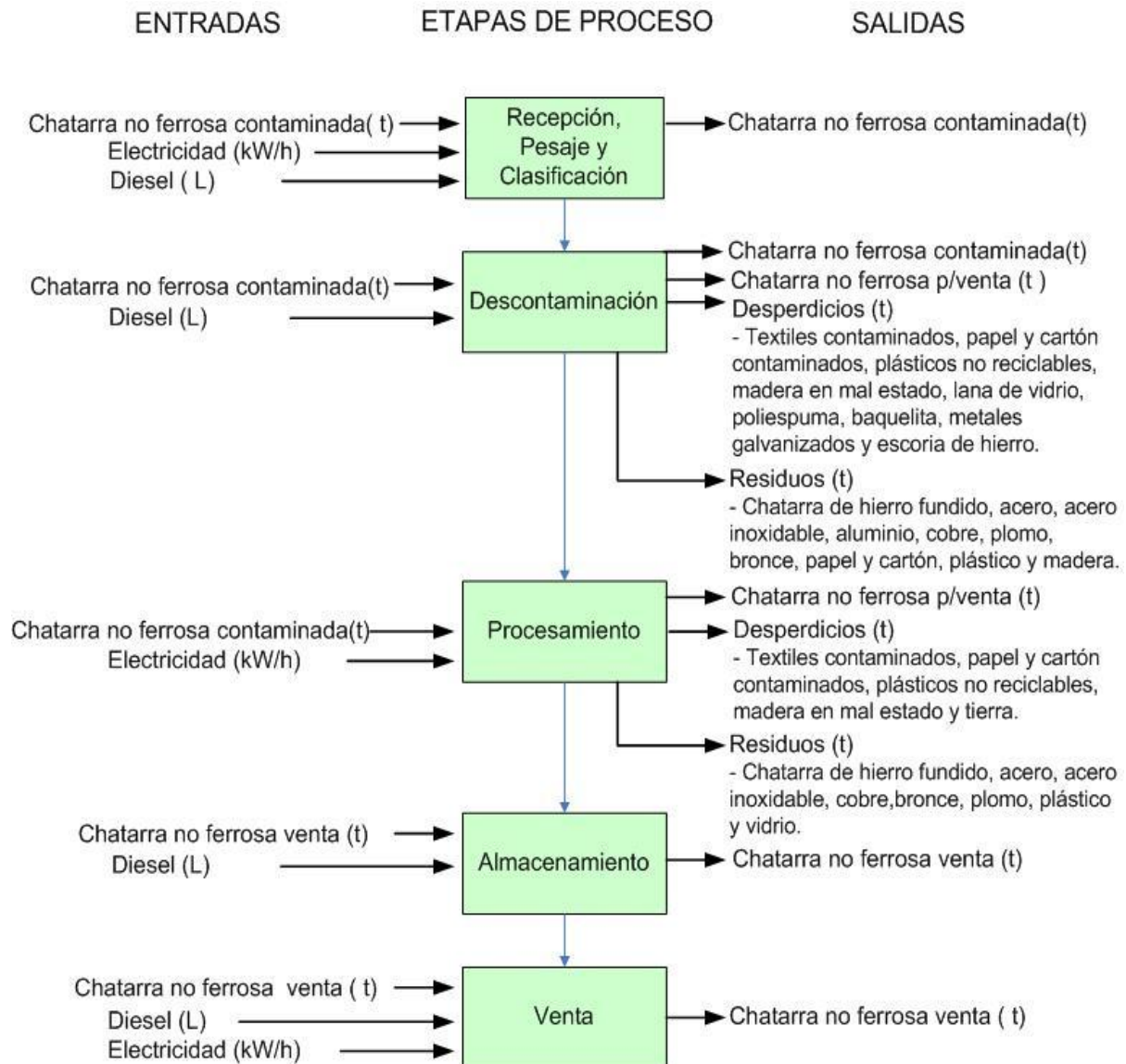


Fig. 3.5 - Diagrama cualitativo de entradas y salidas, proceso productivo de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Entradas al proceso productivo, tratamiento de chatarra no ferrosa de materia prima, agua y energía.

En la recolección de la información básica se toman las entradas al proceso productivo, tomando como referencia el año 2012, como indica la tabla 3.5

Entradas al proceso de Materias Primas

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Del mismo modo al proceso anterior, la actividad fundamental de la entidad es la recuperación, procesamiento y comercialización de materias primas secundarias. En este caso constituidas por chatarra de aluminio, bronce, cobre, plomo, no ferrosa, electrónica y acero inoxidable.

Entradas a los procesos de Agua

Se asignó un plan de 323m³ y se consumieron 220m³

Entradas al proceso de Energía

Los portadores energéticos que consumen son diesel, gasolina, lubricantes, gas licuado del petróleo (GLP) y electricidad. De igual forma, al proceso anterior en este proceso el portador energético fundamental es el Diesel que representa un 70.8 %, seguido de la electricidad con un 21.54%, los lubricantes un 6.3%, la gasolina un 1.02% y por último el GLP que representa solo el 0.24%.

Tabla 3.4 Entrada de Materia Prima, Agua y Energía en el proceso productivo de tratamiento de chatarra no ferrosa, año 2012.

Elementos	U/M	Cantidad
Materias Primas secundarias	t	2012.80
Agua	m ³	220
Electricidad	kW	31106
Diesel	L	89766
Gasolina	L	6483.92
Lubricantes	L	8860.08
G.L.P	kg	5394.55

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1- Salidas del proceso productivo de tratamiento de chatarra no ferrosa.

En la recolección de los datos de las salidas de los procesos se valoran las cantidades a partir de la entrada (producción chatarra, consumo de agua, portadores energéticos y los residuos)

Tabla 3.5 Salidas del proceso productivo de tratamiento de chatarra no ferrosa. Año 2012.

Elementos			U/M	Cantidad
Materias Primas secundarias mejoradas			t	1836.12
Desperdicios			t	28.65
Residuales			t	148.03

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2- Destino final de los residuales del proceso productivo, tratamiento de chatarra no ferrosa.

El procesamiento de chatarra no ferrosa genera gran cantidad de residuos líquidos y sólidos, a continuación se relacionan los mismos:

Residuales líquidos.

La descarga de residuales líquidos del área de aseo va a una fosa practicada debajo del baño, que a su vez está debajo del tanque.

Las cantidades de ácido de baterías y de sustancias constituyentes de computadoras, equipos eléctricos y electrodomésticos y plomo, son pequeñas pero muy contaminantes, además de que se generan constantemente de acuerdo con la actividad recuperadora de la entidad, están sobre el suelo y almacenadas a cielo abierto, por lo que al llover el agua puede arrastrar y reaccionar con estas sustancias depositándolas sobre el suelo.

El suelo del área está bastante nivelado y con una capa de polvo que oscila entre 3 y 5 centímetros, no hay ningún sistema de drenaje pluvial y es un problema real que cuando llueve todos los residuos sólidos que están por demás intemperizados van arrastrados hasta orificios practicados en la cerca perimetral, pudiendo llegar hasta un

caserío que se encuentra a unos 300 metros del patio y por consiguiente contaminar tierras de producción agrícola e infiltrarse en el suelo.



Fig. 3.6- Orificios por donde escurren las agua pluviales al exterior del patio

Residuos sólidos.

Los residuos se clasifican en el proceso y se distribuyen según su utilidad previo pesaje de los mismos, los que van al vertedero municipal son acopiados en tanques y se llevan por medios propios hasta el mismo.

Como muestra la figura 3.7 se observan residuos en las áreas de tránsito de camiones y en las aledañas a los lugares de proceso, este residual es difícil de controlar y consideramos que las partículas más pequeñas se pierden y además con el intemperismo pueden constituirse en peligrosos para las áreas aledañas.



Fig. 3.7- Residuales sólidos no ferrosos

3.3.3 - Niveles de recirculación interna, reciclado externo y reutilización.

Actualmente los residuales se clasifican en ambos procesos y se distribuyen según su utilidad en el mismo proceso o en otros, previo pesaje de los mismos, los que van al vertedero municipal son acopiados en tanques clasificados y se llevan por medios propios hasta el mismo. Sin embargo, como se explica anteriormente una gran cantidad queda sin recoger, tanto en el procesamiento como en el trasiego del producto de un área a otra.

Posteriormente se evalúan, en forma preliminar, las entradas y salidas de las operaciones unitarias para la producción de cada genérico y se estimaron los costos derivados de las ineficiencias productivas, así como la generación y tratamiento de residuos y la disposición final de los desechos.

3.4- Balance preliminar de masa y energía e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas, proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

En el balance preliminar de materiales y energía se utilizan los datos que se obtuvieron de los registros de controles de producción, consumos, balance económico, fichas de

costo de producto, tarifas y facturas, registro de pagos, estados de cuentas de la UEB No ferrosa y de la Dirección General de la Empresa.

3.4.1- Balance de Masa, proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Para el balance de masa se toma la chatarra no ferrosa, materia prima del proceso medida en (t) y en función de la cual están los demás recursos. Tomando como base de cálculo el año 2012, para la obtención de los datos de consumo de agua, electricidad, diesel, Gasolina, Lubricantes y GLP y los desperdicios generados en el proceso de producción de chatarra no ferrosa.

Los costos asociados se toman de los valores de cada uno de los elementos. Se pueden consultar los mismos en la tabla 3.3. Anexo 4. Uso y precios de materias primas secundarias, agua y energía.

3.4.2- Cantidades y valores anuales de las entradas de materias primas y salidas del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Representación gráfica del balance de materiales del proceso no ferroso, se pueden apreciar las entradas de materia prima y energía al proceso en cantidad y valor.

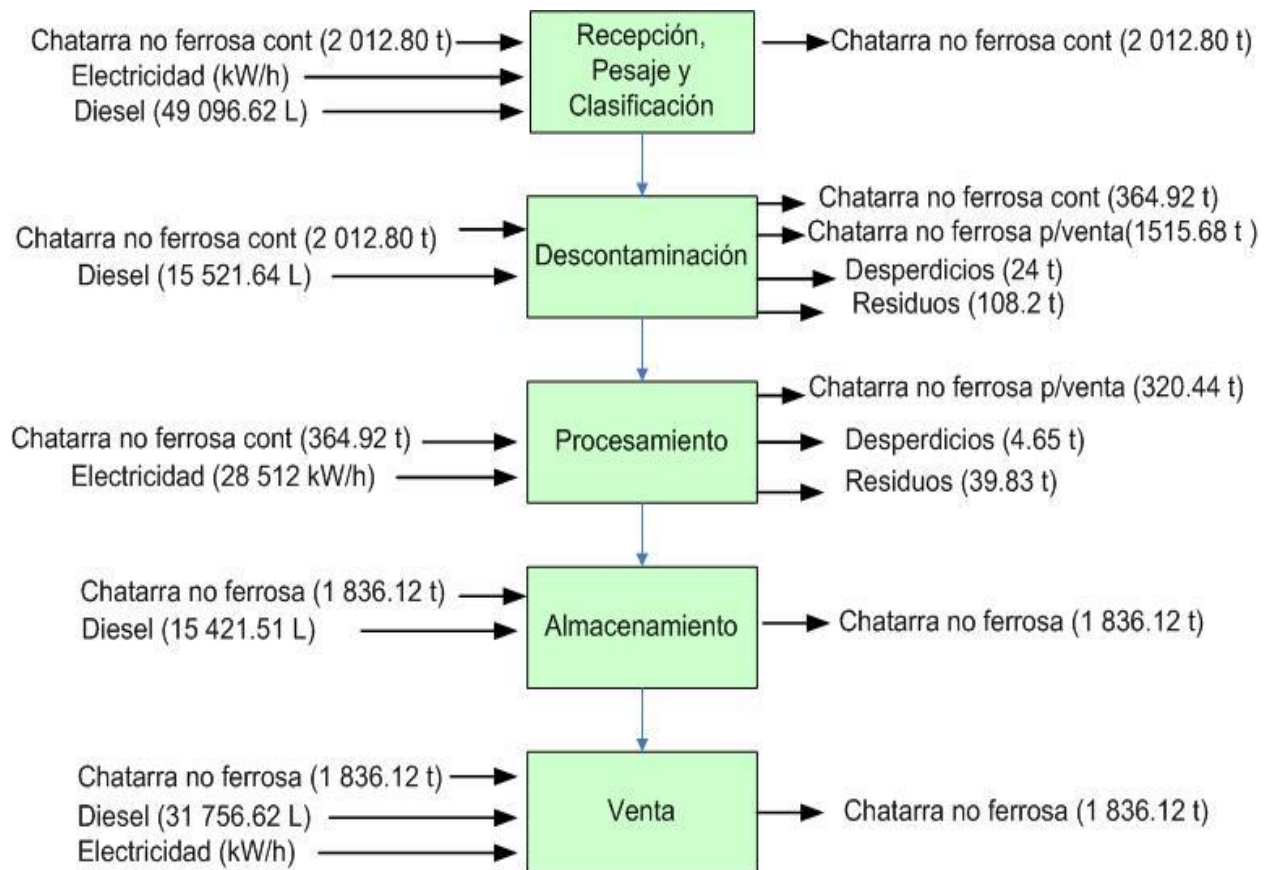


Fig. 3.8- Diagrama de entradas y salidas cuantitativas, proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Fuente: Elaboración propia

Mediante los diagramas de flujos y los balances preliminares de masa y energía se identificaron las operaciones unitarias críticas de los procesos analizados, para ello se tuvo en cuenta la cantidad y costo de los desechos generados en las operaciones unitarias en cada uno. En este caso resultó ser la operación de procesamiento para el proceso de tratamiento de chatarra ferrosa, donde se pierden 30.29t de desperdicios que van a la basura y que representan una pérdida de 4186 pesos y la operación de descontaminación para el proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa, perdiéndose 24t de chatarra no ferrosa que representa 26644 pesos.

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Las operaciones unitarias críticas identificadas tienen impactos negativos importantes, incidiendo fundamentalmente los residuales sólidos generados.

Las materias primas fundamentales que se utilizan en la operación unitaria de procesamiento ferroso, son: Chatarra de acero y de hierro fundido, mientras que en la descontaminación no ferroso, son: Chatarra de aluminio, bronce, cobre, plomo, no ferrosa, acero inoxidable y electrónica. Teniendo en cuenta que en ambas operaciones solo se clasifica y se transforma mecánicamente las materias primas, se puede afirmar que los mayores volúmenes de residuos que se originan son sólidos y proceden de estas materias primas secundarias.

El consumo de agua se limita al consumo humano y aseo personal por lo que en el balance de materiales se considera no significativo.

En cuanto al consumo de energía se centra fundamentalmente en el diesel, que es consumido por los equipos automotores para la transportación de materias primas y productos y el izaje de los mismas en las diferentes operaciones, seguido de la energía eléctrica, que se emplea en el alumbrado y en la báscula para efectuar el pesaje. Considerando que el aprovechamiento de estos dos portadores energéticos es eficiente, resulta, de igual modo, no significativo para el estudio detallado de las operaciones unitarias críticas. Aunque la autora de la presente investigación creyó importante efectuar una evaluación del consumo de portadores energéticos para evaluar oportunidades de mejora no aprovechadas en estos procesos.

3.5 Evaluación del consumo de portadores energéticos en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

3.5.1 Manejo de la energía

En el desempeño diario de la ERMPC se utilizan cinco portadores energéticos fundamentales: Energía eléctrica, diesel, gasolina, Lubricantes y gas licuado. En la tabla 3.6 se muestran los consumos durante el año 2012.

Tabla 3.6- Consumo de portadores energéticos en los últimos tres años en la ERMP.

Portador	Real 2010	Real 2011	Plan 2012	Real 2012	tcc	% Cump
DIESEL(ML)	233.14	288.24	332.07	230.68	196.48	89.55
ELECT(MW)	329.99	242.92	298.69	297.39	96.78	77.23
GASOL(ML)	22.25	19.89	23.34	23.33	12.60	99.95
LUBRIC(ML)	18.19	15.17	17.37	17.21	13.63	98.99
GLP(kg)	127.0	9.09	13.13	8.8	0.0088	72.77
Intensidad Energética tcc/MP	0.0521	0.0535	0.0426	0.04088	-----	78.00
Eficiencia Energética tcc/ tch	0.022	0.01872	0.0210	0.01822	-----	83.00

Fuente: Registros de la ERMP

En la figura 3.9 se muestra la estructura de consumo de los potadores energéticos durante el año 2012.

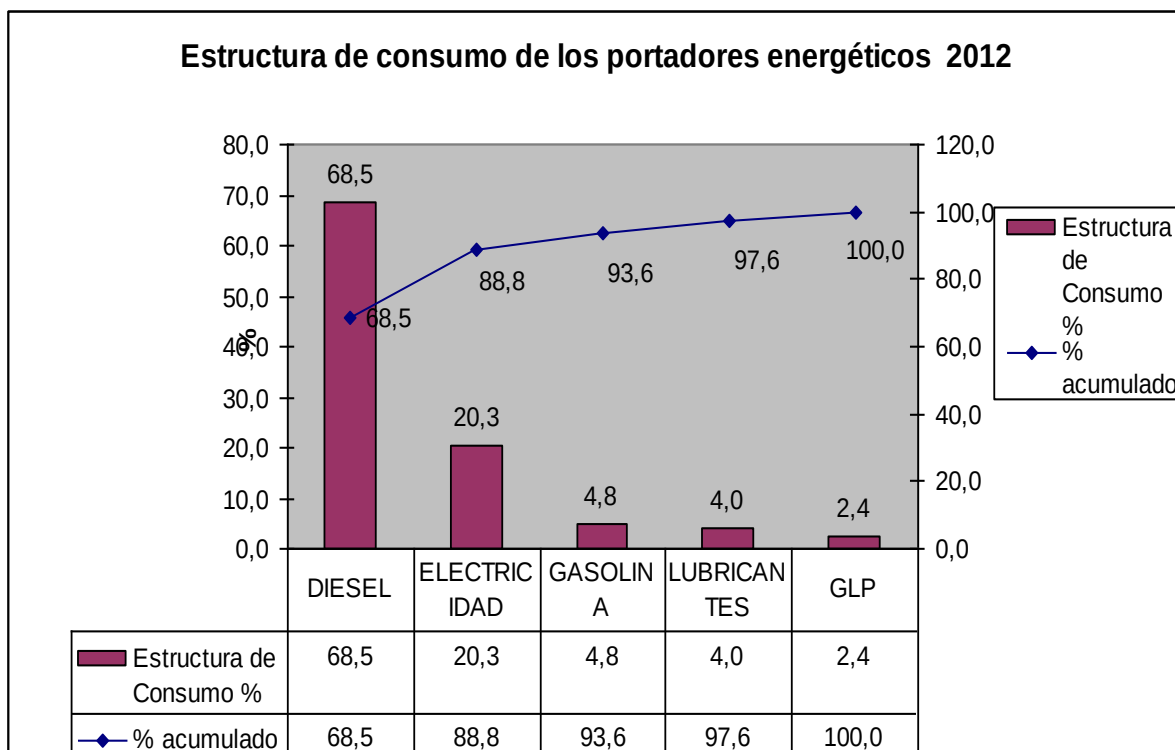


Fig. 3.9- Estructura de consumo, año 2012

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7- Estructura de consumo de los portadores energéticos en %.

PORTADOR	Estructura de consumo %
DIESEL	68.7
ELECTRICIDAD	20.2
GASOLINA	4.6
LUBRICANTES	4.1
GLP	2.4
TOTAL	100

Fuente Elaboración propia

De los portadores energéticos analizados en la tabla 3.7 el de mayor consumo es el Diesel con un 68.7%, y después la Energía Eléctrica con un 20.2%, seguido de la gasolina con un 4.6%, lubricantes 4.1 % y el GLP que solo representa el 2.4% del consumo total de todos los portadores de la empresa.

En la figura 3.10 se muestra la estructura de los costos energéticos, 2012.

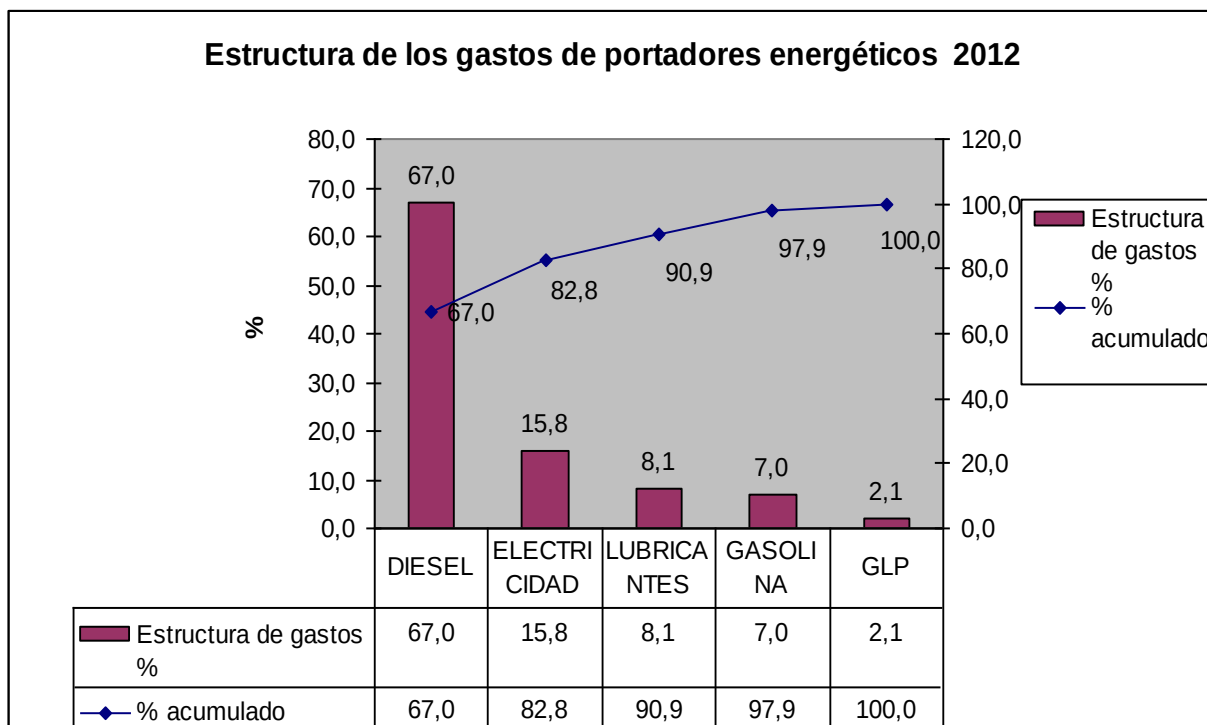


Fig. 3.10- Estructura de los gastos energéticos del año 2012.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en figura 3.10 el portador que más influye en los costos energéticos es el diesel con un 67.02% seguido por la energía eléctrica con un 15.75%, lubricantes con un 0.81%, un 0.70% la gasolina y el GLP con un 0.21%.

Tabla 3.8- Estructura de los costos de portadores energéticos en %.

PORTADOR	Estructura de los costos %
DIESEL	67.02
ELECTRICIDAD	15.75

LUBRICANTES	0.81
GASOLINA	0.70
GLP	0.21
TOTAL	100

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 3.8 el portador que más influye en los costos es el diesel con un 67.02% del costo de los portadores energéticos de toda la empresa.

3.5.2 Determinación del proceso de mayor consumo de diesel en la ERMPC.

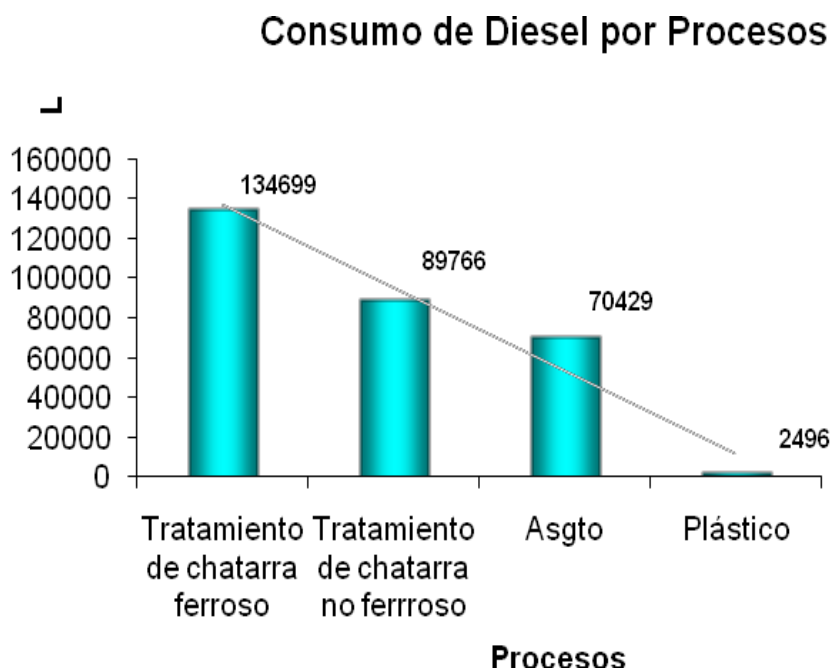


Fig 3.11- Estructura de consumo de diesel del año 2012.

Fuente: Elaboración propia

De los procesos que integran la organización, el que presenta mayor consumo de diesel es el proceso de tratamiento de chatarra ferrosa, que representa 45.5%, según indica la figura 3.11, en el año de 2012.

3.5.3 - Consumo histórico de diesel del proceso Ferroso de la ERMPC

En figura 3.12 se muestra el consumo histórico de diesel desde el primer semestre de 2011 hasta el segundo semestre de 2012, apreciándose un crecimiento del consumo de diesel a causa de que fue necesario recuperar el atraso en la toneladas incumplidas en los meses de septiembre, noviembre y diciembre, la recolección de datos para el estudio se centra en el año 2012.

I semestre/2012: 54771L, II semestre/2012: 79928L

I semestre/2011:62118L, II semestre/2011:69035L.

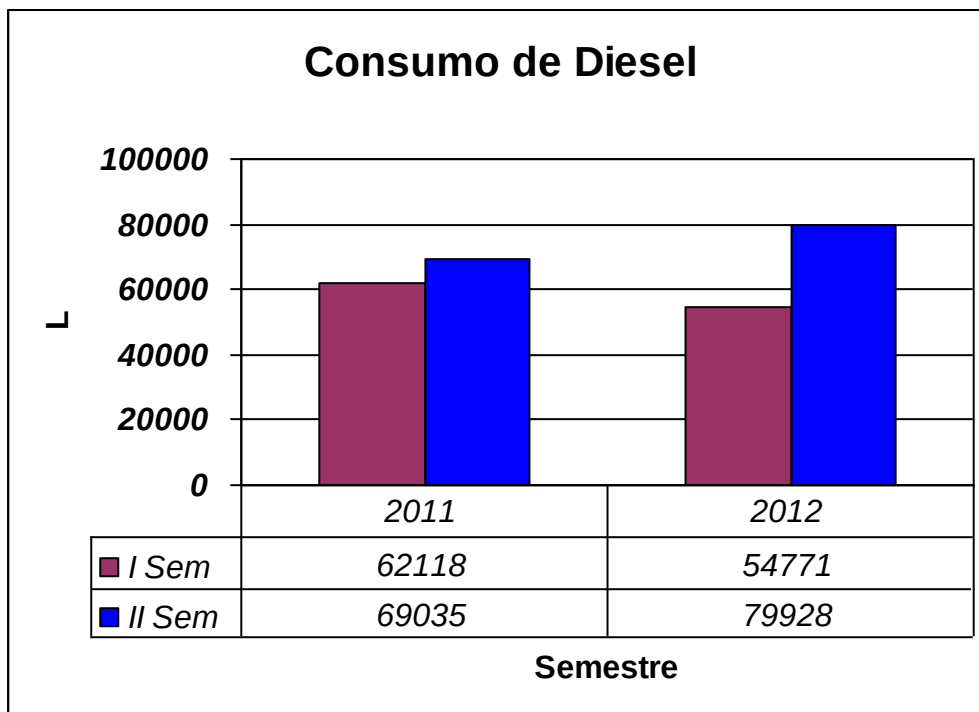


Fig. 3.12- Consumo histórico de diesel del proceso Ferroso en la ERMPC.

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 - Estructura de consumo mensual del diesel.

En la tabla 3.9 se muestra el consumo y plan de diesel mensual del 2012, incumpléndose lo planificado en cuanto al consumo de diesel en los meses de septiembre, noviembre y diciembre a causa que era necesario cumplir con el atraso en

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMP.

el plan de ventas de chatarra, en el resto de los meses el consumo se comportó por debajo del plan.

Tabla 3.9- Consumo y plan de diesel 2012 del proceso ferroso.

Mes	CONSUMO	Plan	%
	(L)	(L)	
Enero	9768.18	13375.00	73.00
Febrero	10857.37	13240.00	82.00
Marzo	8975.5	12632.00	71.00
Abril	7792.32	12750.00	61.10
Mayo	9476.00	12652.00	74.9
Junio	7901.50	12879.00	61.40
Julio	9934.80	12647.39	78.6
Agosto	7650.30	12647.39	60.5
Septiembre	14734.95	12647.39	116.5
Octubre	9606.29	12433.39	77.3
Noviembre	18342.37	12797.00	143.3
Diciembre	19659.41	11400.00	172.5
Total	134698.99	152100.56	88.6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.10 se muestra la relación mensual de las toneladas de chatarra, el consumo de diesel y el índice de consumo del año 2012. Si aumenta las toneladas de chatarra disminuye el índice de consumo de diesel. En los dos últimos meses no hay una correspondencia, pues se dispone de un extraplan de diesel para recuperar el atraso del plan de chatarra vendida, pero el aprovechamiento de la carga no se efectúa como lo está establecido y esto repercute en el resultado del este indicador.

Tabla 3.10- Relación mensual de las toneladas de chatarra transportadas y el consumo de diesel del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa.

Mes	Toneladas de		
	Chatarra	Consumo	Índice de
	Transportadas	(L)	consumo L/t
	(t)		de chatarra
Enero	1373,86	9768,18	7,11
Febrero	1505,87	10857,37	6.89
Marzo	1289,58	8975,5	6,92
Abril	1126,05	7792,32	6,96
Mayo	1375,32	9476	7.01
Junio	986,45	7901,5	7.10
Julio	1417,23	9934,8	7,01
Agosto	1077,5	7650,3	7,90
Septiembre	1796,94	14734,95	7.95
Octubre	1215,98	9606,29	8.01
Noviembre	2289,93	18342,37	8,01
Diciembre	2472,88	19659,41	8.20
Total	17927,59	134698,99	7,51

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.13 se muestran los índices reales del transporte por actividades, en la venta y recuperación se muestra el % de aprovechamiento de carga.

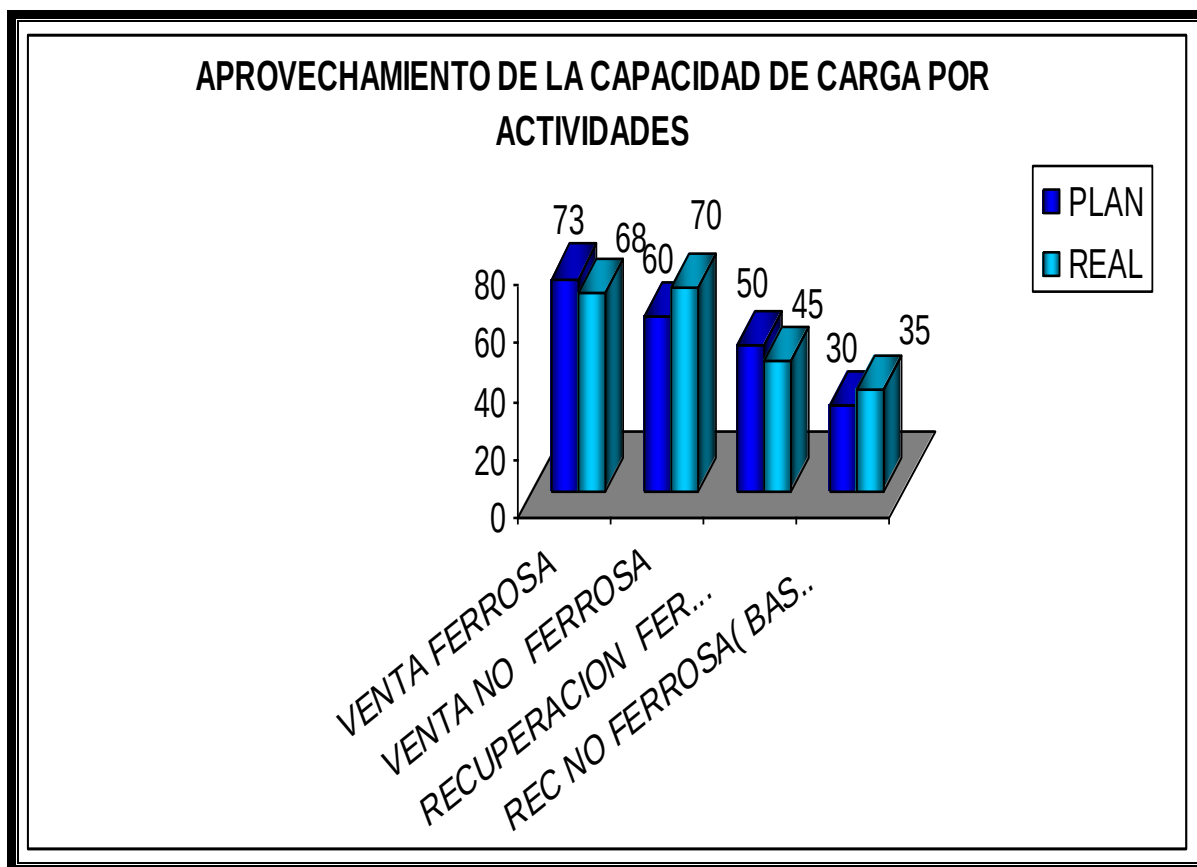


Fig.3.13 % de Aprovechamiento de la capacidad de carga por actividad

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.14 se muestra el índice de tráfico en la venta de todos los productos (L/tkm), este deterioro es debido al incumplimiento de los retornos de ACINOX influye también la transportación con equipos de la ERMPC de las toneladas planificadas con UDECAM (metales no ferrosos) las cuales por su peso específico logran un bajo aprovechamiento de la capacidad de los equipos, influyendo negativamente en el índice. En la recuperación este índice representa la cantidad de combustible utilizado por km recorridos, debido al combustible dejado en los tanques, por roturas de algunos equipos, y en su lugar de utilizaron equipos más consumidores para esta actividad.

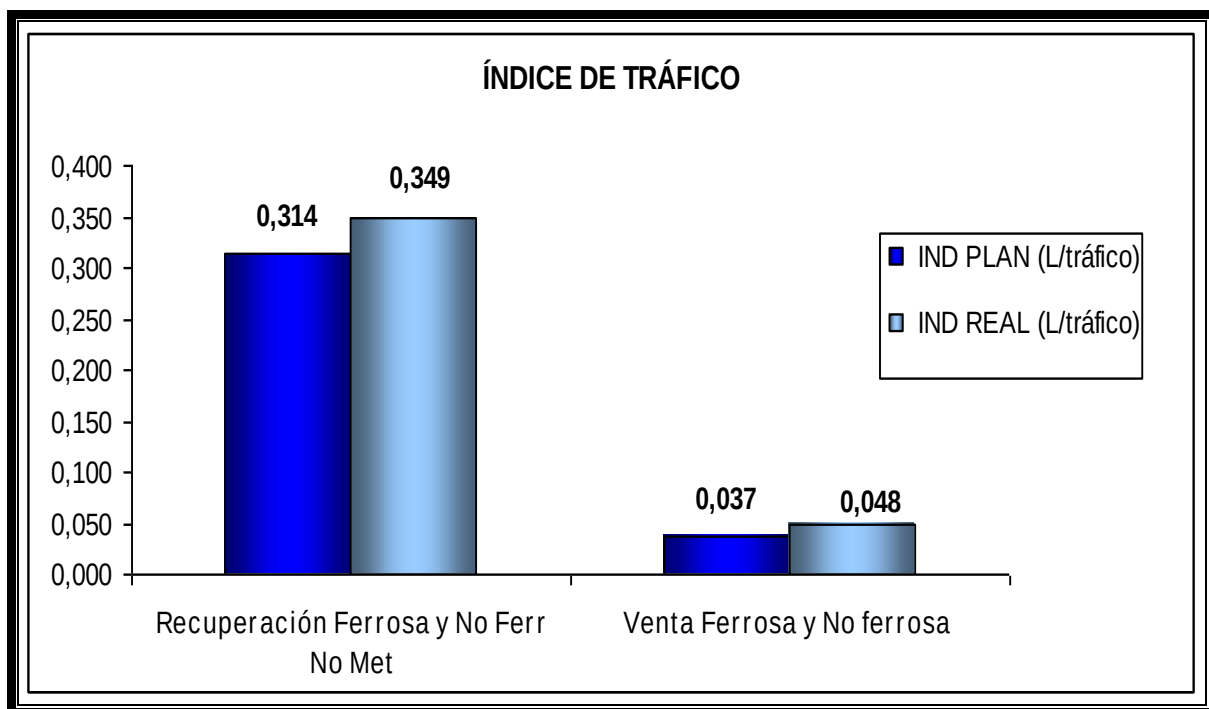


Fig.3.14- Índice de tráfico en la venta y recuperación

Fuente: Elaboración propia

3.5.5. Estratificación del diesel

Para conocer la influencia del portador energético en cuanto al consumo, se realiza una estratificación de él a los diferentes equipos consumidores y así se puede determinar cuál o cuáles de estos superan el 80 %, y sobre la base de estos resultados tomar las medidas para disminuir estos consumos.

En la figura 3.15 se observa la distribución del consumo de diesel correspondiente en el año 2012, donde el camión FSJ 567 y el camión FSM 633 son los mayores consumidores. En estos equipos es donde debemos concentrar las acciones para mejorar el indicador analizado.

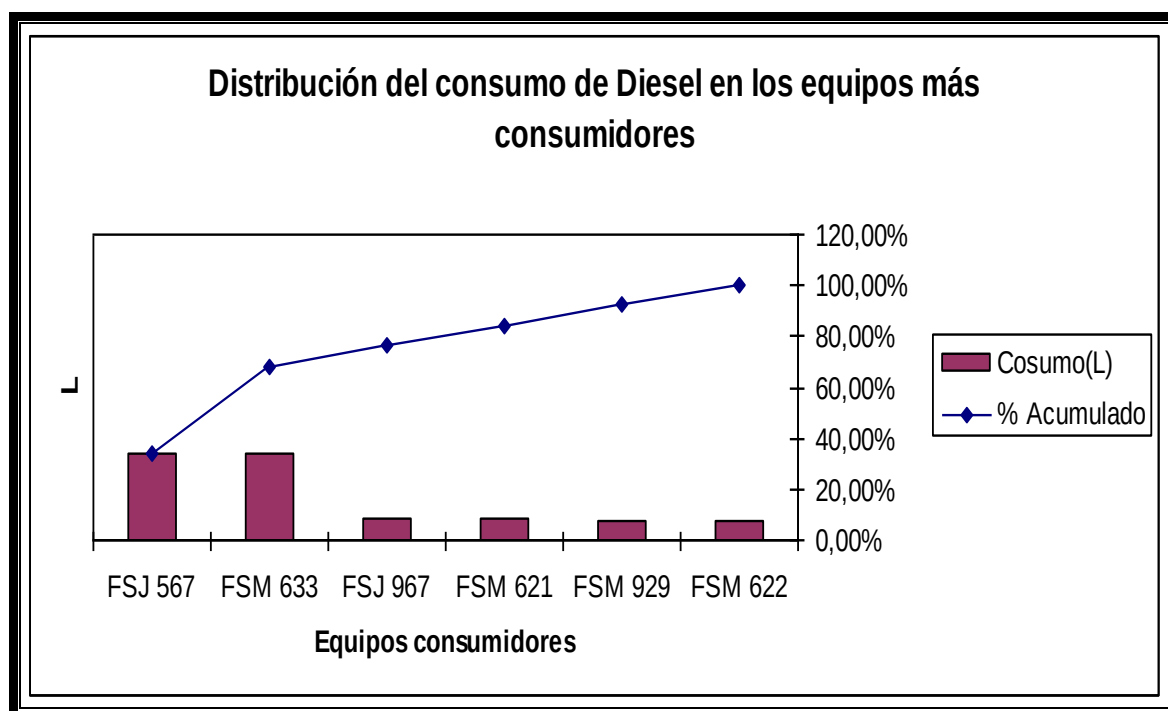


Fig. 3.15- Distribución del consumo de diesel en el año 2012.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.11- Consumidor de diesel y leyenda.

Mayores Consumidores Energéticos	Leyenda	Consumo(L)
FSJ 567	Camión volteo MAZ- 700	19963
FSM 633	Camión plataforma ZIL 130	19760
FSJ 967	Camión Grúa ZIL 133	4830
FSM 929	Camión Cuña FRESLINE	4760
FSM 621	Camión Cuña DAF	4635
FSM 622	Camión Cuña DAF	4567

Fuente: Elaboración propia

3.5.6. Gráficos de Consumo – Producción

A continuación se presentan una serie de gráficos, en los que se analiza el comportamiento energético del proceso durante el año 2012.

El la figura 3.16 se muestra la variación simultánea del consumo con las toneladas de chatarra transportadas en el tiempo, donde un incremento de las toneladas de chatarra ocasiona un incremento del consumo de diesel.

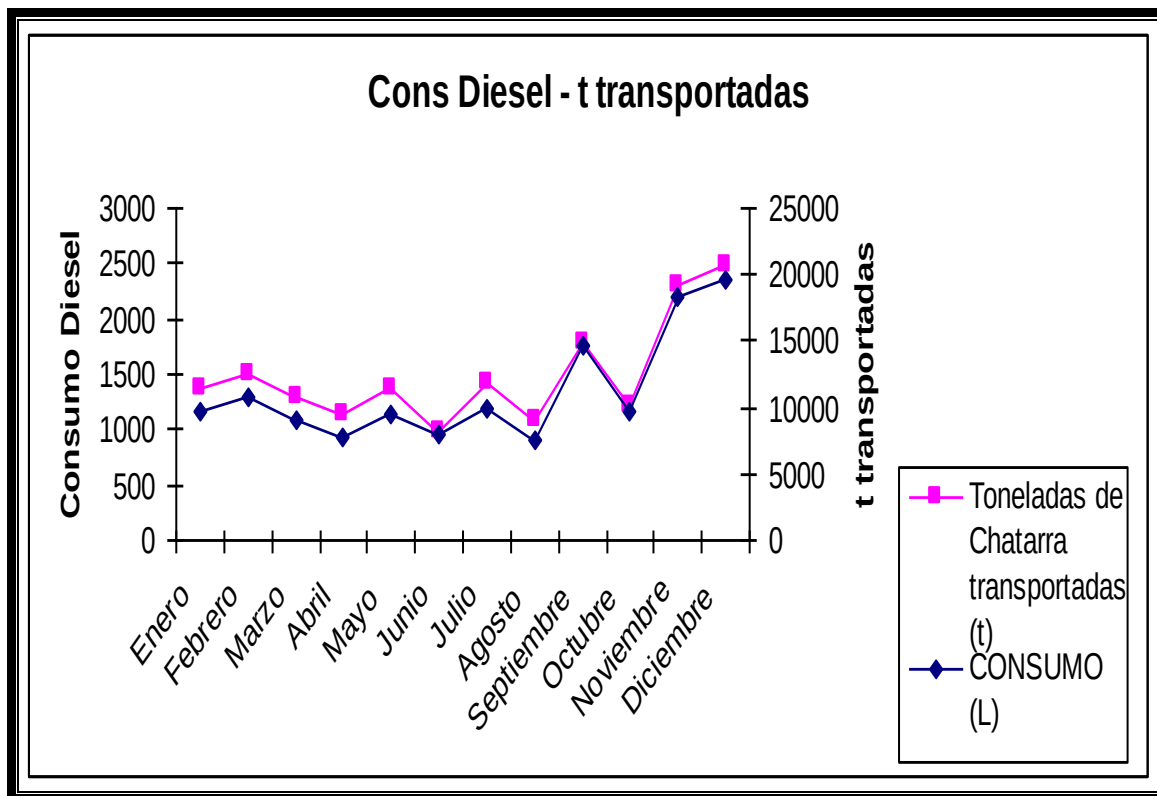


Fig.3.16- Relación que existe entre el Consumo de diesel – producción.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.17 se analiza la dispersión y correlación mostrando la relación entre el consumo de diesel y la cantidad de chatarra transportada, con las ecuaciones obtenidas y la correlación R^2 se observa que el grado de correlación es de 0.9615 siendo alto y mayor que 0.75 el establecido como bueno.

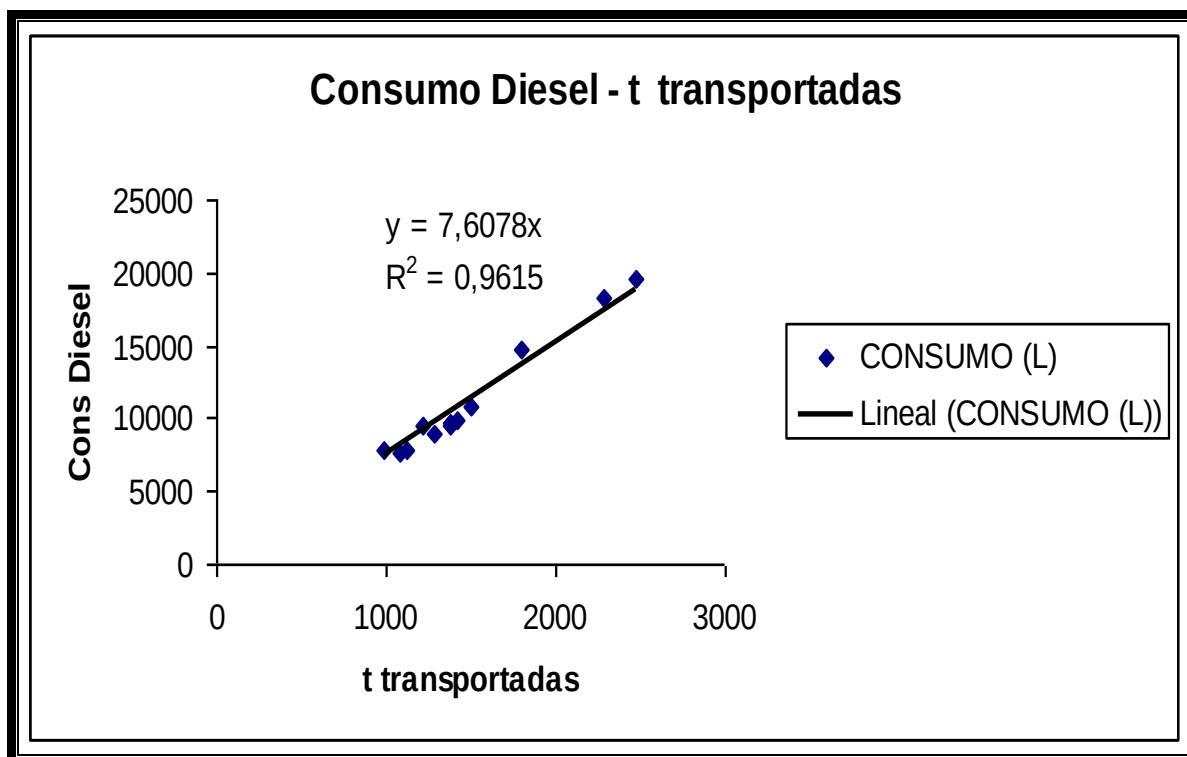


Fig.3.17- Análisis de dispersión y correlación del consumo de diesel y la cantidad de chatarra transportada.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, mencionamos algunas de las acciones para minimizar el gasto en este portador:

Realizar un estudio de las posibles causas que pueden estar influyendo en el sobreconsumo de los equipos automotores FSJ-567 y del FSM-633.

- ✓ Incorrecto índice de consumo del Camión MAZ- 700: FSJ-567 fue de 2.25 km/L y el camión ZIL130: FSM-633 de 2.00 km/L (Se considera bueno $\geq$ que 2.30 km/L)
- ✓ Deficiente aprovechamiento de la carga tanto en la recuperación como en la veta en ambos procesos.
- ✓ Insuficiente aprovechamiento del recorrido en la recuperación y en la venta en los dos procesos.

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Considerando estos resultados, es necesario proponer la remotorización de estos equipos ya que los índices de consumo están por debajo de los parámetros establecidos como aceptables.

Con los resultados obtenidos y el análisis realizado del diagnóstico a ambos procesos mediante los balances de masa y energía, se procedió a la identificación de las malas prácticas y propuesta de medidas obvias de Producciones Más Limpias.

Tabla 3.12. Malas prácticas identificadas y medidas obvias de PML

Malas prácticas	Medidas obvias de P + L
No se cumple con los requisitos de calidad de las materias primas en los contratos de compra.	Chequear el cumplimiento contratos cuando de recupera al sector estatal.
Se viola la disciplina tecnológica	Ejecutar los ciclos de mantenimientos programados establecidos para equipos tecnológicos y automotores.
No se recoge todos los residuos en las áreas de descontaminación y proceso.	Reorganizar las operaciones en el proceso productivo utilizando la grúa de imán para recoger aquellos pequeños pedazos que queden dispersos por el suelo.
Los valores de velocidad de los equipos automotores, en el movimiento interno del patio, están por encima de los establecidos.	Señalizar los límites de velocidades para la circulación dentro de la entidad.
El descontaminado y oxicorte de metales ferrosos se prolonga	Capacitar y sensibilizar a los operarios para que el

más tiempo del adecuado	proceso de oxicorte se realice de forma eficiente y en el menor tiempo posible para minimizar las emisiones.
No se cumple con el procedimiento de control operacional de los residuos, existente en la organización	Exigir el cumplimiento de procedimiento de Control operacional de los residuos.
No se cumplen las medidas de seguridad y salud para el puesto de trabajo seguro, cuando se realiza el oxicorte de los metales.	Oxicorte contrario a la dirección del viento.
Se viola la instrucción de trabajo seguro para el puesto de trabajo, al uso incorrecto o no uso de los EPP.	Uso de los Equipos de Protección Personal, como overoles, botas, guantes, orejeras, fajas protectoras y mascarillas nasobucales.
No se recogen los residuos sólidos en las áreas de tránsito de los camiones.	Implementar la recuperación de los desechos reciclables en toda el área de forma manual.
Se desconoce la caracterización de los residuales pluviales ya que el proceso ferroso no posee drenaje pluvial y no se han tomado alternativas	Presentar propuesta a los directivos de solicitud al CEAC de una caracterización de los residuales pluviales del patio de chatarra para medir las cargas contaminantes al suelo.

para poder realizar esas mediciones.

No se conoce

cuantitativamente la composición de las emisiones atmosféricas.

Presentar propuesta a los directivos de solicitud al CEAC de mediciones cuantitativas de las emisiones atmosféricas.

Se incumplen las instrucciones de los operarios para su puesto de trabajo

Exigir el acomodo de la carga en las operaciones de recuperación de materias primas secundarias y ventas de productos

No se cumple con las coordinaciones realizadas para retornos llenos en los viajes efectuados.

Coordinar los retornos llenos en la recuperación y en la venta.

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Diagnóstico –estudio detallado de las operaciones unitarias críticas.

3.6.1 Balances de masa y energía para las operaciones críticas.

Se realiza una recopilación y evaluación más detallada de los datos de los procesos productivos, la operación unitaria critica seleccionada en el proceso de tratamiento de chatarra ferrosa (OU: Procesamiento) y en el proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa (OU: Descontaminación), para identificar oportunidades específicas en la reducción o eliminación de los desperdicios. El estudio detallado se fundamenta con los datos e información de áreas específicas de la evaluación preliminar y se desarrolla un análisis más detallado de las entradas y salidas a la operación unitaria crítica.

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Como se explica en el capítulo anterior, los consumos de los portadores energéticos más representativos están por debajo de lo planificado, haciéndose un uso adecuado en las diferentes actividades que se analizaron, por lo que se considera no significativos y el estudio se concentró en el análisis de residuos y desperdicios.

Se tomaron datos suministrados por la Dirección de Ingeniería referentes a los consumos de agua y energía y por el departamento de mantenimiento y transporte los expedientes tecnológicos para el año 2012 y además se tomaron muestras en las diferentes puntos de la operación crítica de los residuos que quedan sin recoger y se estimaron las pérdidas que significan para la entidad. Finalmente se determinó, por diferencia entre entradas y salidas, las pérdidas no identificadas o sea las omitidas contablemente por tipo de producto.

3.6.2 Balance de la operación unitaria crítica (Procesamiento).

Los resultados del balance de la operación unitaria crítica (Procesamiento) del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa, se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 3.13- Balance del flujo de materiales: OU crítica, procesamiento ferroso

Materiales	UM	Cantidad
Entradas		
Chatarra de acero	t	5671.85
Residuos sólidos		
Chatarra de hierro fundido	t	2194.77
Chatarra de acero inoxidable	t	5.02
Chatarra de aluminio	t	10.22
Chatarra de cobre	t	5.08
Chatarra de bronce	t	2.20
Plásticos	t	4.80
Madera	t	10.10
Sub total		2232.19

Desperdicios		
Textiles contaminados	t	1.09
Papel y cartón contaminados	t	2.50
Madera	t	2.20
Acero con concreto	t	21.20
Vidrio	t	1.50
Plásticos contaminados	t	1.80
Sub total		30.29
Producción		
Chatarra de acero mejorada	t	3409.37

Fuente: Elaboración propia

Valor de los residuos del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Tabla 3.14- Residuos que se reciclan en la entidad

Residuos	Cantidad(t)	Importe(\$)
Hierro fundido	2194.77	120273
Acero inoxidable	5.02	693
Aluminio	10.22	11346
Cobre	5.08	23782
Bronce	2.20	6210
Plástico	4.80	6702
Madera	10.10	1010
Total	2232.19	170018

Fuente: Elaboración propia

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Se reincorporan 175962 pesos a la entidad, sin embargo se dejan de ingresar 138470 pesos por no efectuarse una adecuada descontaminación en la recuperación estatal.

Tabla 3.15- Desperdicios que van a la basura

Desperdicios	Cantidad(t)
Textiles	1.00
Papel y cartón	2.50
Madera	2.00
Acero	21.20
Vidrio	1.50
Plástico	1.80
Total	30.29

Fuente: Elaboración propia

Estos desperdicios ascienden a 30.29t de acero y representan 4186 pesos que dejan de ingresarse a la entidad.

Para calcular las pérdidas de los residuos que quedan en el suelo sin recoger, se determinó efectuar una recogida de todos los desechos sólidos que se encontraban en un 1m² de área, esta acción se ejecutó en diferentes puntos de áreas y viales del proceso. Posteriormente se promediaron las 50 muestras recogidas, se conoce que el área total es de 6865 m², obteniéndose los resultados siguientes:

Tabla 3.16- Residuos que dejan de recogerse en el suelo

Residuos	Cantidad(t)	Importe(\$)
Plástico	0.1	140
Aluminio	0.3	333
Acero	22.0	3040
Hierro fundido	7.0	384

Madera	0.70	70
Total	30.10	3967

Estas cantidades representan un estimado de lo que queda en el suelo sin recoger y que constituyen pérdidas a la empresa que se dejan de contabilizar.

3.6.3 Balance de la operación unitaria crítica (Descontaminación).

De igual forma se resumen en la tabla siguiente los resultados del balance de la operación unitaria crítica (Descontaminación) del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Tabla 3.17- Balance del flujo de materiales: OU crítica, descontaminación no ferrosa.

Materiales	UM	Cantidad
Entradas		
Chatarra de Aluminio	t	555.27
Chatarra de bronce	t	212.25
Chatarra de cobre	t	410.13
Chatarra de plomo	t	232.62
Chatarra no ferrosa	t	168.70
Chatarra de acero inoxidable	t	382.30
Chatarra electrónica	t	51.53
Sub total		2012.80
Residuos sólidos		
Chatarra de hierro fundido	t	20.10
Chatarra de acero	t	180.00

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Chatarra de acero inoxidable		37.50
Chatarra de aluminio	t	50.02
Chatarra de cobre	t	20.50
Chatarra de plomo	t	30.00
Chatarra de bronce	t	18.00
Papel y cartón	t	35.00
Plásticos	t	47.00
Madera	t	35.00
Sub total		473.12
Desperdicios		
Textiles contaminados	t	0.8
Papel y cartón contaminados	t	3.5
Plásticos no reciclables	t	4.0
Madera con comején	t	2.5
Lana de vidrio	t	0.3
Poliespuma	t	0.1
Baquelita	t	0.5
Metales galvanizados	t	5.0
Escorias de hierro	t	7.3
Sub total		24.00
Producción		
Chatarra de Aluminio	t	458.02
Chatarra de bronce	t	85.47
Chatarra de cobre	t	367.18

Chatarra de plomo	t	223.49
Chatarra no ferrosa	t	49.02
Chatarra de acero inoxidable	t	282.30
Chatarra electrónica	t	50.20
Sub total		1515.68

Fuente: Elaboración propia

Valor de los residuos del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa.

Tabla 3.19- Residuos que se reciclan en la entidad

Residuos	Cantidad(t)	Importe(\$)
Chatarra de hierro fundido	20.10	1101
Chatarra de acero	180.00	24876
Chatarra de acero	37.50	49590
Chatarra de aluminio	50.02	55532
Chatarra de cobre	20.50	95970
Chatarra de bronce	18.00	50812
Chatarra de plomo	30.00	5718
Papel y cartón	35.00	4826
Plásticos	47.00	6562
Madera	35.00	3500
Total	473.12	357553

Fuente: Elaboración propia

Se reincorporan 357553 pesos a la entidad, sin embargo, por no efectuarse una adecuada descontaminación en la recuperación estatal se dejan de ingresar 167704 pesos, lo que influye que se sobre cumplan los planes en algunos productos, mientras que en otros no se alcanzan.

Tabla 3.20- Desperdicios que van a la basura

Desperdicios	Cantidad(t)
Textiles contaminados	0.8
Papel y cartón contaminados	3.5
Plásticos no reciclables	4.0
Madera con comején	2.5
Lana de vidrio	0.3
Poliespuma	0.1
baquelita	0.5
Metales galvanizados	5.0
Escorias de hierro	7.3
Total	24.00

Fuente: Elaboración propia

Estos desperdicios ascienden a 24.t de chatarra no metálica y que efectuándose un análisis con el aluminio que es el metal más comercializado, dejan de ingresarse a la empresa 26 644 pesos.

Al igual que en el proceso de tratamiento de chatarra ferrosa para calcular las pérdidas de los residuos que quedan en el suelo sin recoger, se determinó efectuar una recogida de todos los desechos sólidos que se encontraban en un 1m² de área, esta acción se ejecutó en diferentes puntos de áreas y viales del proceso. Posteriormente se promediaron las 50 muestras recogidas, se cuenta con un área total de 4121 m², obteniéndose los resultados siguientes:

Tabla 3.21- Residuos que dejan de recogerse en el suelo

Residuos	Cantidad(t)	Importe(\$)
Plástico	1.6	2234
Aluminio	1	1110

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Cobre	2.5	11704
Acero inoxidable	3	3967
Total	22.5	19015

Fuente: Elaboración propia

Estas cantidades representan un estimado de lo que queda en el suelo sin recoger y que constituyen pérdidas a la empresa y se dejan de contabilizar.

Los datos anteriores se corresponden con resultados obtenidos del año 2012, como se resume anteriormente a la OU crítica: procesamiento ferroso entran 5671.85t de acero para procesar, se obtuvieron 3409.37t de chatarra ferrosa, se generaron 2232.19t de residuos, compuestas por 2194.77t de chatarra de hierro fundido, 50.2t de acero inoxidable, 10.22t de aluminio, 5.08t de cobre, 2.20t de bronce, 4.80t de plástico y 10.10t de madera, estos residuos son incorporados a la entidad, en el caso de la chatarra de hierro fundido al mismo proceso productivo, mientras que los demás van los procesos de tratamiento de chatarra no ferrosa, no metálico y procesamiento de plástico, según corresponda. A pesar de reciclarse, se dejan de ingresar 138 470 pesos, dan la medida de los contaminantes que trae el producto cuando llega a esta etapa. Por lo que la recuperación al sector estatal no se efectúa con la calidad requerida, según los requisitos establecidos para este fin. Por otra parte 30.29t de desperdicios, van a la basura, que no son más que materias extrañas que llegan al proceso por la misma causa y representan una pérdida económica de 4186 pesos.

Similar situación presenta la OU crítica descontaminación no ferrosa, entran al proceso 2012.80t de chatarra metálica para descontaminar, se obtuvieron 1515.68t de chatarra no ferrosa, se generaron 473.12t de residuos, compuestas por 20.1t de chatarra de hierro fundido, 180.0t de acero, 37.5t de acero inoxidable, 50.02t de aluminio, 20.5t de cobre, 18.0t de bronce, 30t de plomo, 35t de papel y cartón, 47t de plástico y 35t de madera, estos residuos son incorporados a la entidad y al mismo proceso productivo, según corresponda, pero se deja de ingresar. Aun cuando estos productos se reciclan

dentro de la entidad, se dejan de ingresar 167 704 pesos, además de alterar el cumplimiento de los planes de los diferentes productos, beneficiando a unos, mientras otros no llegan a cumplirlos, a causa de la insuficiente calidad en la recuperación. Se originan 24t de desperdicios, que son el efecto de la misma causa anterior y representan 26 644 pesos de pérdidas para la entidad.

3.7 Causas de ineficiencias en el uso de materia y energía; y/o las causas de flujos contaminantes.

Las ineficiencias en el uso de las materias primas están dadas fundamentalmente en el no cumplimiento de los requisitos de calidad, convenidos en los contratos, cuando se recupera en el sector estatal, se incumple además Ley 1288/1975 que regula la práctica de recuperación y reutilización de los desechos de materias, productos y materiales reutilizables en los centros de producción y servicios. Estos se aprecian en los cálculos anteriores, que demuestran cuánta chatarra metálica contaminada llega al proceso y lo que se deja de ingresar por este concepto. Se aprecia un interés por el cumplimiento de las cantidades a recuperar por las brigadas a cargo de esta tarea y no existe una estrategia encaminada a prevenir las pérdidas que pueden originarse.

En el caso de los residuos que aparecen sin recoger, por las áreas aledañas a viales y los procesos, son pérdidas que no se contabilizan y que la entidad va perdiendo a través de los años. El cálculo anterior es solo un estimado de los muestreos que se efectuaron en distintos puntos, que con la frecuencia y el tiempo que se originan pueden ser ilimitados su impactos, tanto económicos como ambientales, esto está dado por no estar hormigonadas las áreas, lo que hace difícil una eficiente recogida de los residuos más pequeños que quedan en las diferentes operaciones que se realizan. Como ya se explicó anteriormente muchas de estos residuos son arrastrados por las corrientes de aguas pluviales por todo el proceso productivo y fuera del mismo. Sin un modo de analizar el contenido de estos contaminantes al medio o sea no se miden los mismos cuantitativamente, de igual forma sucede con las emisiones de partículas tanto en la actividad de oxicorte como de polvo ocasionadas por el movimiento de los equipos durante el trasiego de mercancías en los procesos.

La política de reciclaje y reutilización de los residuos se conoce, pero se aprecia poca exigencia en cuanto los directivos implicados en hacerla cumplir, pues a pesar de tener implantado un Sistema de Gestión Ambiental, los procedimientos operacionales para el manejo de los residuos no se cumplen como están establecidos.

Otras de las causas es la obsolescencia tecnológica de los equipos de izaje y automotores que se utilizan en las diferentes actividades del proceso, así como la carencia de ellos. Estos equipos por sus años de explotación presentan desgastes, averías y roturas que en muchas ocasiones los limitan de su uso. Por consiguiente mucha de las actividades, como la clasificación no disponen del tiempo y la calidad que requieren, dándosele prioridad a las actividades de proceso, cargue y venta para lograr el cumplimiento del plan como meta final de la organización. La adquisición de piezas de repuesto resulta costosa y limitada porque muchos de estos equipos fueron adquiridos del CAME, y hoy sus soluciones son dadas por aniristas del centro.

Del análisis anterior podemos apreciar que la operación crítica (procesamiento) del proceso de tratamiento de chatarra ferrosa y la operación crítica (descontaminación) del proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa, presentan ineficiencias en el uso de las materias primas, y por consiguiente, problemas con la generación de residuos sólidos, ello pudiera revertirse con la implementación de las Buenas Prácticas de PML, que implica el manejo eficiente de las materias primas que entran al proceso.

Con la identificación de las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes, se pueden proponer opciones de PML, en aras mejorar la eficiencia de las operaciones seleccionadas, mediante el uso adecuado de materias primas y energía. Esto permitirá reducir costos unitarios de producción y minimizar la cantidad de flujos contaminantes, así como reducir los costos de operación asociados al tratamiento final de residuos.

3.7.1 Identificación de oportunidades de PML

Propuestas de buenas prácticas:

- Efectuar una correcta recuperación de las materias primas secundarias en el sector

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

estatal acorde a los requisitos establecidos en los contratos.

- Impartir seminarios de educación ambiental en la brigada de recuperación y a la Dirección Comercial con el objetivo de reafirmar los conocimientos sobre las normas y requisitos para la compra de las materias primas y fomentar la responsabilidad de los trabajadores con el medio ambiente.
- Activar el boletín mensual de ciencia, técnica y medio ambiente, en el que se den a conocer destinos finales de los residuos, sus costos y su impacto ambiental.
- Efectuar el mantenimiento programado a equipos automotores según los ciclos planificados.

Prácticas de dirección y personal:

- Realizar charlas educativas de Buenas Prácticas de Producción, en los matutinos que involucren a todos los trabajadores del centro.
- Promover en los eventos del Forum y la ANIR, los principios, estrategias y metodologías de la PML.
- Introducir en el grupo multidisciplinario del Sistema de Gestión Integrado los métodos de PML como herramienta eficaz para la evaluación del desempeño económico - ambiental de la empresa.
- Supervisión y control del plan de mantenimiento de los equipos tecnológicos y automotores.
- Supervisión y control diario del proceso en los puntos de inspección de calidad y medioambientales.
- Llevar correctamente los registros de control de los residuos.

Mejor control del proceso:

- Solicitar una caracterización de los residuales pluviales del patio de chatarra para medir las cargas contaminantes al suelo.
- Solicitar mediciones cuantitativas de las emisiones de partícula as al medio.

Reciclaje y reúso:

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

- Activar el uso adecuado de los recipientes de clasificación en las diferentes áreas.
- Efectuar recogidas planificadas manuales y mecanizadas, de los residuos que quedan sin recoger en las áreas de proceso y sus viales.

Nueva tecnología:

- Efectuar el hormigonado del patio de proceso.
- Remotorización de los equipos automotores analizados.

Una vez planteadas las opciones de Producciones Más Limpias para mejorar la eficiencia del proceso, se plantean alternativas más apropiadas para su implementación, con el fin de contar con información que facilite seleccionar las opciones viables.

Oportunidades que puedan implementarse de manera inmediata:

- Efectuar una correcta recuperación de las materias primas secundarias en sector estatal acorde a los requisitos establecidos en los contratos.
- Impartir seminarios de educación ambiental en la brigada de recuperación y a la Dirección Comercial con el objetivo de reafirmar los conocimientos sobre las normas y requisitos para la compra de las materias primas y fomentar la responsabilidad de los trabajadores con el medio ambiente.
- Activar el boletín mensual de ciencia, técnica y medio ambiente, en el que se den a conocer destinos finales de los residuos, sus costos y su impacto ambiental.
- Realizar charlas educativas de Buenas Prácticas de Producción, en los matutinos que involucren a todos los trabajadores del centro.
- Promover en los eventos del Forum y la ANIR, los principios, estrategias y metodologías de la PML.
- Introducir en el grupo multidisciplinario del Sistema de Gestión Integrado los métodos de PML como herramienta eficaz para la evaluación del desempeño económico - ambiental de la empresa.
- Cumplimiento del plan de mantenimiento de los equipos tecnológicos y automotores.
- Supervisión y control diario del proceso en los puntos de inspección de calidad y

medioambientales.

- Llevar correctamente los registros de control de los residuos.
- Activar el uso adecuado de los recipientes de clasificación en las diferentes áreas.
- Efectuar recogidas planificadas manuales y mecanizadas, de los residuos que quedan sin recoger en las áreas de proceso y sus viales.
- Solicitar una caracterización de los residuales pluviales del patio de proceso de chatarra para medir las cargas contaminantes al suelo.
- Solicitar mediciones cuantitativas de las emisiones de partículas al medio.

Oportunidades que puedan implementarse a mediano plazo en función de los planes económicos de la entidad:

- Efectuar el hormigonado del patio de proceso de chatarra “Cantarrana”.

Se propone a mediano plazo por ser una inversión muy costosa, ya que ejecutar la misma no solo depende de los recursos para la obra sino los medios para ejecutarla. En este caso dependen de los planes económicos de terceros contratados para estos fines y el de la empresa en cuestión.

- Remotorización de los camiones MAZ 700: FSJ-567 y el ZIL 130: FSM-633

Se propone a mediano plazo porque es considerada una inversión y debe ser aprobada por la UERMP, siempre que la empresa pueda sumir el gasto de esta.

La opción de aplicación de medidas que requieren inversión, se le realiza un análisis técnico y económico con mayor profundidad.

3.8 Diagnóstico –evaluación técnica y económica

De forma general para evaluar un proyecto son cinco los estudios particulares que se realizan: viabilidad técnica, económica, legal, organizacional y financiera.

Mediante la evaluación técnica y económica se establece la viabilidad de las opciones de PML seleccionadas anteriormente, en la presente investigación, los

demás estudios, organizacionales, legales y financieros se incluirá sólo para identificar obstáculos, que podrían impedir la implementación de las opciones de PML propuestas.

3.8.1 Evaluación técnica de la factibilidad de la inversión: Hormigonado del patio de proceso de chatarra “Cantarrana”.

Hormigonado del patio de proceso de chatarra “Cantarrana”: Para ejecutar dicho proyecto es necesario un análisis de las ventajas que ofrece hormigonar las áreas del proceso y las mejoras que introduce la ejecución del mismo para la empresa. Ello implicaría no solo que el producto no se contamine con tierra y otros productos que quedan el suelo sin recoger, sino que las recogidas se efectuaran con mayor calidad y por ende dejan de constituir pérdidas económicas que hoy se tienen. Desde el punto vista de la seguridad y salud de los trabajadores, se reducirá considerablemente los niveles de polvos generados durante las diferentes operaciones, se eliminarían los charcos o estancamientos de agua, que constituyen focos de vectores así como mejorará la imagen de la instalación.

Se hace necesario entonces efectuar un análisis comparativo entre las cantidades y valores obtenidos antes y después de aplicada la acción de mejora, en igual periodo de tiempo (año 2012). Ver tabla 3.22

Tabla 3.22- Balance del flujo de materiales procesamiento chatarra ferrosa

Elementos	UM	Parámetros	Tecnología Actual	Aplicación del hormigón
Entrada				
Chatarra de ferrosa	t	Cantidad	5671.85	5671.85
	\$	Valor	183087	183087
Residuos Sólidos				
Chatarra de	t	Cantidad	2194	2194.77

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

hierro fundido				
	\$	Valor	120273	120273
Chatarra de acero inoxidable	t	Cantidad	5.02	5.02
	\$	Valor	693	693
Chatarra de aluminio	t	Cantidad	10.22	10.22
	\$	Valor	11346	11346
Chatarra de cobre	t	Cantidad	5.08	5.08
	\$	Valor	23782	23782
Chatarra de bronce	t	Cantidad	2.20	2.20
	\$	Valor	6210	6210
Plásticos	t	Cantidad	4.80	4.80
	\$	Valor	6702	6702
Madera	t	Cantidad	10.10	10.10
	\$	Valor	1010	1010
Sub total	t	Cantidad	2659.22	2659.22
	\$	Valor	2232	170018
Residuos que quedan en el suelo	t	Cantidad	-----	30.1
	\$	Valor	-----	3966
Cantidad descontada por suciedades por el cliente				
Chatarra de acero	t	Cantidad	-----	62.9

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

	\$	Valor	-----	8692
Chatarra de fundido	t	Cantidad	-----	31.5
	\$	Valor	-----	1726
Sub total	t	Cantidad	-----	94.4
	\$	Valor	-----	10419
Desperdicios	t	Cantidad	30.29	30.29
	\$	Valor	4186.1	4186
Producción				
Chatarra ferrosa para la venta	t	Cantidad	3409.37	3409.37
	\$	Valor	471174.93	485260

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.23- Balance del flujo de materiales descontaminación chatarra no ferrosa

Elementos	UM	Parámetros	Tecnología Actual	Aplicación del hormigón
Entrada				
Chatarra no ferrosa	t	Cantidad	2012.80	2012.80
	\$	Valor	1119466.67	1119466.67
Residuos Sólidos				
Chatarra de hierro fundido	t	Cantidad	20.10	20.10
	\$	Valor	1101.48	1101.48
Chatarra de acero	t	Cantidad	180.00	180.00
	\$	Valor	24876.00	24876.00
Chatarra de acero inoxidable	t	Cantidad	37.5	37.5

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

	\$	Valor	49590.00	49590.00
Chatarra de aluminio	t	Cantidad	50.02	50.02
	\$	Valor	55532.20	55532.20
Chatarra de cobre	t	Cantidad	20.5	20.5
	\$	Valor	95970.75	95970.75
Chatarra de bronce	t	Cantidad	18	18
	\$	Valor	50812.2	50812.2
Chatarra de plomo	t	Cantidad	30	30
	\$	Valor	5718	5718
Papel y cartón	t	Cantidad	35	35
	\$	Valor	4826.5	4826.5
Plásticos	t	Cantidad	47	47
	\$	Valor	65626.1	65626.1
Madera	t	Cantidad	35	35
	\$	Valor	3500	3500
Sub total	t	Cantidad	473.12	473.12
	\$	Valor	357553.23	357553.23
Residuos que quedan en el suelo	t	Cantidad		22.5
	\$	Valor		19014.75
Cantidad descontada por suciedades por el cliente				
Chatarra electrónica	t	Cantidad	0.2	0.2
	\$	Valor	17.12	17.12

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

Chatarra de acero inoxidable	t	Cantidad	5.53	5.53
	\$	Valor	7312.89	7312.89
Chatarra de aluminio	t	Cantidad	2.03	2.03
	\$	Valor	2253.71	2253.71
Chatarra de cobre	t	Cantidad	4.09	4.09
	\$	Valor	19147.3	19147.3
Chatarra de bronce	t	Cantidad	6.0	6.0
	\$	Valor	3359.25	3359.25
Chatarra OMNF	t	Cantidad	0.33	0.33
	\$	Valor	39.67	39.67
Sub total	t	Cantidad	13.37	13.37
	\$	Valor	32129.92	32129.92
Desperdicios	t	Cantidad	24	24
	\$	Valor	26644.8	26644.8
Producción				
Chatarra no ferrosa para la venta	t	Cantidad	1515.68	1515.68
	\$	Valor	2894820.26	2945964.93

Fuente: Elaboración propia

Como se explica en cantidades y valores en la tabla 3.22 y 3.23, al comparar los resultados estimados de las entradas y salidas con ambas tecnologías, se demuestra que para una misma entrada de materia prima se obtienen con la tecnología propuesta 124.5t de chatarra ferrosa que se recuperan más que con las prácticas habituales en el proceso, lo que significa en términos económicos 14 085 pesos. En cuanto al comportamiento de la chatarra no ferrosa es similar, con la tecnología propuesta se recuperan 58.37t más, que implica un ahorro de 51 144 pesos. De forma general la empresa deja de perder anualmente 65 230 pesos.

3.8.2 Evaluación económica de la inversión: Hormigonado del patio de proceso de chatarra “Cantarrana”.

En la evaluación económica de la inversión se utiliza el método del retorno de la inversión que es la forma más simple de comparar económicamente una o varias alternativas de un proyecto. El método explica cuánto tiempo se tardará en librar la inversión realizada en el proyecto. A mayor período de tiempo, mayor riesgo y reducción de la liquidez.

En el cálculo del retorno de la inversión se considera únicamente el dinero que entra y sale debido a la inversión, es decir, no se consideran los costos contables tales como la depreciación no son considerados. Se hace la estimación del periodo de retorno de la inversión simple (PIR), y se realiza a partir del valor total de la inversión como:

$$PRI = \frac{I}{Q}$$

Donde:

PRI = Período de recuperación de la inversión

I = Inversión neta = 222306.29 pesos, según, PRECONS, Sistema de precios vigentes, Empresa de Servicios de Ingeniería. MICONS, Cienfuegos

Q = Ahorro anual = (en promedio) Flujo de caja debido a la inversión = (dinero entra) – (dinero sale) = 63.2 %

PRI=146.6 meses

La inversión se recupera en un período de 12 años aproximadamente. Se considera un proyecto de alto costo, por el tiempo en que se recupera, pero proponemos su consideración por los argumentos expresados en la evaluación técnica de la factibilidad de la inversión.

3.8.3 Evaluación técnica de la factibilidad de la inversión: Remotorización de equipos automotores FSJ-567 y del FSM-633.

Para ejecutar dicho proyecto es necesario un análisis de las ventajas que ofrece remotorizar ambos equipos. Ello implicaría reducir los consumos de combustible diesel y con ello minimizar los costos por este concepto, además se mejora el funcionamiento de estos equipos y esto se revertirá en la disminución de los gases de combustión que afectan el medio ambiente y con ello al hombre como parte de él.

Se hace necesario entonces efectuar un análisis comparativo entre las cantidades y valores obtenidos antes y después de aplicada la mejora a ambos equipos, periodo de tiempo (año 2012).

Tabla 3.24- Análisis del potencial de ahorro de combustible diesel

Equipos	Parámetros s/remotorización	Parámetros c/remotorización
FSJ-567	IC: 2.25 km/L Distancia Total: 44916.75 km Consumo de diesel:19963L	IC: 2.50 km/L Distancia Total: 44916.75 km Consumo de diesel: 17966.7L Ahorro:1996.3L, \$1976.34
FSM-633	IC:2.00 km/L Distancia Total: 39520 km Consumo de diesel:19760L	IC: 2.50 km/L Distancia Total: 39520 km Consumo de diesel: 15808L Ahorro:3952 L, \$3912.4

Fuente: Elaboración propia

3.8.4 Evaluación económica de la inversión: Remotorización de equipos automotores FSJ-567 y del FSM-633.

En la evaluación económica de la inversión se utiliza el método del retorno de la inversión al igual que el caso anterior, se hace la estimación del periodo de retorno de la inversión simple (PIR), y se realiza a partir del valor total de la inversión de un motor FIAT:

$$PRI = \frac{I}{Q}$$

I = Inversión neta = 15889.50 pesos, según, oferta de motor FIAT, AUTOIMPORT

Q = Ahorro anual = (en promedio) Flujo de caja debido a la inversión = (dinero entra) – (dinero sale) = 97.4 %

PIR= 6.79 meses

La inversión se recupera en un período de 7 meses aproximadamente, por lo que si se remotorizan los dos camiones se recuperaría en 1 año y 2 meses. Se considera un proyecto pequeño por el tiempo en que se recupera el mismo.

CONCLUSIONES CAPÍTULO III.

1. Del balance de masa realizado se determina que la operación unitaria crítica seleccionada en el proceso de tratamiento de chatarra ferrosa es la OU: Procesamiento. A pesar de reincorporarse los residuos a la empresa, se dejan de ingresar 138 470 pesos, dan la medida de los contaminantes que trae el producto cuando llega a esta etapa. Por lo que la recuperación al sector estatal no se efectúa con la calidad requerida, según los requisitos establecidos en los contratos para este fin. Por otra parte 30.29t de desperdicios, van a la basura, que no son más que materias extrañas que llegan al proceso por la misma causa y representan una pérdida económica de 4186 pesos. De igual forma se comporta el proceso de tratamiento de

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMPC.

chatarra no ferrosa siendo la OU: Descontaminación, se dejan de ingresar 167 704 pesos, además de alteran el cumplimiento de los planes de los diferentes productos, beneficiando a unos, mientras otros no llegan a cumplirlos, a causa de la insuficiente calidad en la recuperación. Se originan 24t de desperdicios, que representan 26 644 pesos de pérdidas para la entidad.

2. El origen de las pérdidas esta dado fundamentalmente en la recuperación de materias primas secundarias, con marcada incidencia el sector estatal, transportación en viales internos en el trasiego y procesamiento de mercancías, por la imposibilidad de recuperar los desechos que se depositan diariamente sobre el suelo sin hormigonar y descuentos por suciedades por las condiciones de almacenaje.

3. La cuantificación de los residuos que dejan de recogerse resultó para el tratamiento de la chatarra ferrosa, 30.10t que implica una pérdida de 3966.69 pesos y en el tratamiento de la chatarra no ferrosa 22,5t que representa una pérdida de 19 014.75 pesos.

4. Se realiza un análisis del balance de energía en el proceso de chatarra metálica de la ERMPC, se concluye que el diesel es el portador energético mayor consumidor, el mismo representa el 68.7 % del consumo total de los portadores energéticos de la entidad durante el 2012. De los procesos que la integran, el que presenta mayor consumo de diesel es el proceso de tratamiento de la chatarra ferrosa, que representa 45.5% del total. Su uso fundamental está dado para la recuperación y venta de materias primas secundarias.

5. Se puede apreciar que existe una buena correlación lineal entre el consumo de diesel y la cantidad de chatarra transportada, por tanto el índice de consumo formado por el coeficiente entre ellos refleja adecuadamente el índice seleccionado.

6. De la estratificación del portador energético diesel, los quipos mayores consumidores resultaron ser, los equipos automotores FSJ-567 y del FSM-633.

Capítulo III: Evaluación de PML en el procesamiento de chatarra metálica de la ERMP.

7. En la ERMP existen potencialidades de mejora, que se identifican y se proponen a la dirección de la empresa.

Conclusiones

CONCLUSIONES GENERALES

1. El análisis bibliográfico y documental del tema demuestra las posibilidades de aplicar opciones de Producción Más Limpia en la industria del reciclaje, en específico en el tratamiento de la chatarra metálica, obteniéndose beneficios económicos, ambientales y para la preservación de la salud del hombre.
2. En el balance de masa de los procesos de tratamiento de la chatarra metálica se obtienen los siguientes resultados durante el año 2012:

Proceso de tratamiento de chatarra ferrosa

- ✓ 14355t de chatarra ferrosa
- ✓ 2825.11t de residuos reincorporados a la entidad
- ✓ 36t de desperdicios

Proceso de tratamiento de chatarra no ferrosa

- ✓ 1836,12t de chatarra no ferrosa
- ✓ 148.03t de residuos reincorporados a la entidad
- ✓ 28.65t de desperdicios

3. Se identificaron durante la Evaluación de Producción Más Limpia como los principales problemas ambientales a resolver los siguientes: el sobre consumo de materias primas, producto a la deficiente recuperación estatal e insuficiente reincorporación de los residuos al proceso, además el no aprovechamiento adecuado del portador energético diesel.
4. La Evaluación de Producciones Más Limpias efectuada en el proceso de tratamiento de chatarra metálica, apoyada por los estudio de la factibilidad técnica y económica, permite definir que las potencialidades estimadas de mejora son:
 - ✓ Reducir el consumo de materias primas en 858.35t y 306 174 pesos
 - ✓ Reducción de los residuos sólidos en 182.87t y 65 229 pesos
 - ✓ Reducción del costo de diesel en 5888.74 pesos

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

1. Proponer a la alta dirección de la empresa que lleve a la práctica las medidas de P+L propuestas en los procesos estudiados para obtener los beneficios económicos y ambientales estimados en la presente investigación.
2. Realizar evaluación de producción más limpia en los demás procesos productivos de la entidad.
3. Proponer la generalización de estos resultados a la UERMP.
4. Proponer la elaboración de un procedimiento de trabajo para la aplicación de PML en la entidad y que este forme parte del Manual de Procedimientos del Sistema de Gestión Integrada.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Abó, M. (2001). Principales problemas ambientales en el sector empresarial, CIGEA.
- Acevedo S, J. A. (1987). El modelo general de organización de la empresa. Industrial. Editorial ISPJAE, Cuba, Folleto, Retrieved January 1, 2012, from about:blank.
- Acosta Izquierdo, E.; Martin Santin, J.; Perdomo Romero, L. (2002). Prácticas de producción más limpia. Compilación de información. . Villa Clara, Cuba.
- ALBERT, L. A. (2004). Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos.
- Amigos de la Tierra. (2011). Reciclaje del hojalata, 6. Retrieved from <http://www.ecoestrategia.com/articulos/reciclaje/articulos/reciclaje02.html>
- Amozarrain, M. (1999). La gestión por procesos. España. Retrieved January 1, 2012, from about:blank.
- Arrellano, J. (2002). Introducción a la ingeniería ambiental. (ALFAOMEGA GRUPO Editor, S.A. de C.V.). México, D.F.
- Baque Romero, J. (2010). Metales novacero. Soluciones de acero.
- Bennet, D. (1999). Tecnología de producción más limpias., SOCIALES, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Madrid. España. Madrid, España.
- Betancourt, L. (2012a). Diplomado. Módulo 3. Curso desechos sólidos. Definición y Clasificación de los Desechos. Cienfuegos, Cuba. CIGET CITMA.
- Betancourt, L. (2012b). Diplomado. Módulo 3. Curso desechos sólidos. Plan de manejo de los desechos sólidos. Cienfuegos, Cuba. CIGET CITMA.

Bibliografía

Boada Ortiz, A. (2003). El reciclaje, una herramienta no un concepto reflexiones hacia la sostenibilidad. Universidad Externado de Colombia.

Borroto Nordelo, A. (2001). Gestión energética y empresarial.

Borroto Nordelo, A. & Monteagudo Yanes, J. (2006). Gestión y economía energética. CEEMA Universidad Carlos Rafael Rodríguez.

Cabrera, J. (2012). Por una mayor prioridad del reciclaje en cuba. Retrieved from www.radiorebelde.cu/noticia/por-una-mayor-prioridad-reciclaje-cuba-20120710.

Cabrera, L., Urquiada, A.J. (2007). Fundamentos teóricos sobre gestión de producción. Editorial Félix Varela, La Habana. Retrieved January 23, 2012, from about:blank.

Calixto, S. (2012). Contaminación ambiental por efecto de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Huánuco, Perú. Retrieved March 21, 2013, from <http://www.slideshare.net/crimicat12/contaminación-de-residuos-sólidos>.

Camargo Posada, J. F., & Moncada Rasmussen, I. C. (2008). Diagnóstico para la implementación del programa de Producción Más Limpia para la empresa Quimicampo Ltda. Universidad Industrial de Santander.

Castillo, e. at. (2000). Uso de tecnologías limpias: experiencias prácticas en chile”, ministerio de economía. Red de Producciones más limpias: Biblioteca Virtual. Retrieved january 20, 2012, from about:blank.

Centro Nacional de Información sobre Producción Más Limpia y Consumo Sustentable. (2008). Guía de reciclaje de residuos sólidos domiciliarios . Altos de Curundu, Retrieved from <http://www.anam.gob.pa>.

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. (CPTS). (2005, agosto). Guía técnica general de producción más limpia. Bolivia. Depósito legal: 4-1-760-

Bibliografía

08. Retrieved from <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiagraIPML/cap1.pdf>.
- Cisneros, M. B., Carralero, S. R. (2008). Violencia contra el medio ambiente. La Habana, Cuba. Retrieved March 22, 2013, from <http://laventana.casa.cult.cu/modules.php?name=News&file=article&sid=4202>.
- CITMA. (2011). Estrategia ambiental nacional 2011 / 2015. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Colectivo de autores. (2009). Reciclaje de residuos industriales. Residuos urbanos y fango de depuradora. (2da). España.
- Colombia, U. N. D. (2007). Plan de gestión integral de residuos peligrosos. Colombia.
- CONAMA: RM. (2005). Sistema de Reciclaje. Estudio de casos en la región metropolitana. España. Retrieved from [www.conaman-cl](http://www.conaman.cl), conaman@conama.cl.
- Cuba. (1997). Ley no. 81 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- Chacón, G. P., & Toapanta, S. O. (2012). Evaluación técnico de la Remotorización del camión KAMAZ con motor y caja de velocidad Mercedes. Pinar del Río. Retrieved from repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1310/1/T-UTC-0903.pdf.
- D. Queiruga*, J. González Benito, G. Lannelongue. (2012). Evolution of the electronic waste management system in Spain, 56-65.
- Delgado González, M. D. P. (2007). Empresas de reciclaje en Bogotá. Bogotá, Colombia: ACERCAR.

Bibliografía

- Díaz, F. Contaminación del medio ambiente por residuos sólidos. Retrieved March 21, 2013, from <http://www.monografias.com/trabajos91/contaminacion-del-medio-ambiente-residuos-solidos/contaminacion-del-medio-ambiente-residuos-solidos2.html>.
- Dirección de Ciencia y Técnica. (2011, diciembre). Por la aplicación de la producción más limpia en el SIME. Retrieved from www.cubaindustria.cu/PI/paginas/prod-limpas-sime.htm.
- Fernández, S. A., & Arias, L. (2010, diciembre). Reciclaje de materiales no ferrosos, en busca de una producción más limpia. Retrieved from www.redalvc.org/articulo.oa?=84920977045.
- Flores Puente, M. A. T. O., Sandra; Téllez Gutiérrez, Rodolfo. (2004). Medidas de mitigación para uso de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos en infraestructura de transporte terrestre. Sanfandila, Qro. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.: Instituto Mexicano del Transporte.
- Fundación del metal para la formación, cualificación y empleo. El sector del reciclaje de metales en España. (2010,diciembre). Retrieved from [www.ecoempleo.com/Estudios/Estudio marco sobre sectores y ocupacionales medioambientales.pdf](http://www.ecoempleo.com/Estudios/Estudio_marco_sobre_sectores_y_ocupacionales_medioambientales.pdf).
- Gaiker. (2007). Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades. Foral de Bizkaia.
- Gesam. (2007). Declaración de impacto ambiental. Transporte, reciclaje y gestión de residuos industriales.
- Gessa, M. M. (2012). Maestría en producciones más limpias contaminación ambiental.

Bibliografía

GLOBOMETER. 2013. (2013). El calentamiento global. Gases de efecto invernadero, los problemas del calentamiento global. Retrieved from: <http://es.globometer.com/>.

Herminia, J. E. A. (2006). Protección ambiental y producción + limpia. La Habana, Cuba: Editorial Académica.

Impacto del reciclaje en la gestión socioeconómico y ambiental. (2013). Retrieved from [www.fonare.org/fonare-old/mesas/mesas1/Doc de mesa para el trabajo impacto del Reciclaje en la Gestión Socioeconómica Ambiental](http://www.fonare.org/fonare-old/mesas/mesas1/Doc%20de%20mesa%20para%20el%20trabajo%20impacto%20del%20Reciclaje%20en%20la%20Gesti%C3%B3n%20Socioecon%C3%B3mica%20Ambiental).

Informe de balance de la ERMPC. Año 2012. (2013). Retrieved from about:blank.

Interempresas. (2013). Prensa para metales y chatarras empresas. Reciclaje y gestión de residuos. Retrieved from [www.interempresas.net/Reciclaje/.../prensas-para-metales-y-chatarras empresas - Reciclaje y Gestión de residuos.htm](http://www.interempresas.net/Reciclaje/.../prensas-para-metales-y-chatarras-empresas-Reciclaje-y-Gesti%C3%B3n-de-residuos.htm).

International Development Research Centre. (2005). Problemáticas asociadas al manejo de la chatarra metálica. Retrieved from www.idrc.ca/EN/Funding/Pages/default.aspx.

Jorn, N., & Laurisen, P. (1999). Gestión y reciclado de residuos sólidos. Madrid, España: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Labadié, J. (2013). Contaminación ambiental. Monografía. Centro de Ingeniería de Procesos Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”ISPJAE.

Ladislao González Ruiz. (1993, Diciembre). Tesis doctoral. Marketing de reciclado. . Madrid, España.

Maheshwar Dwivedy A., *, R.K. Mittal B. (2012). An investigation into e-waste flows in India, 229-242.

Bibliografía

- Marín, C. (2013). Reciclaje y recuperación de metales: un negocio de dos caras , Metal Actual. Retrieved from www.metalactual.com.
- Martínez, J. e. a. (2005). Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Montevideo, Uruguay. Retrieved January 15, 2012, from [about:blank](#).
- Maynard, H. B. (1984). Manual de ingeniería y organización industrial (parte- III- IV). . Retrieved January 15, 2012, from [about:blank](#).
- MAYSTRE, L. Y. (2010). Principios de la gestión de residuos. Madrid, España: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. .
- Mesa, O., & Restrepo, M. D. P. (2009). Manual de PML y buenas prácticas ambientales. Fabricación y reciclaje (Metropolitana del Valle de Aburrá). Medellín, Colombia: Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo local.
- Michell, N. (2007). El reciclaje en el mundo de hoy. Retrieved from [www.elobservadoreconomico.com /art/ 461](http://www.elobservadoreconomico.com/art/461).
- MIYAR, J. M. (2009). Reglamento para el manejo de desechos peligrosos. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- NC 133:2002 Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos Higiénicos Sanitarios y Ambientales. Retrieved January 15, 2012, from [about:blank](#).
- NC 134:2002 Residuos sólidos urbanos. Tratamiento. Requisitos Higiénicos Sanitarios y Ambientales. Retrieved January 15, 2012, from [about:blank](#).
- NC ISO 14001: 2004 Sistema de Gestión Ambiental - Requisitos con orientación para su uso. (2004). Retrieved January 11, 2012, from [about:blank](#).
- PCC. (2011). "Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución – VI congreso del Partido Comunista de Cuba". Retrieved

Bibliografía

January 15, 2012, from about:blank.

Pineda, G. (2009). Manejo eficiente de los residuos para la sustentabilidad. IV CONGRESO NACIONAL DE ECOLOGÍA CANAFEM.

Programa ambiental de las naciones unidas (PNUMA). (1999). Retrieved from www.enep.org /.

Reciclemos para ahorrar. (2012). Retrieved from www.carito/enciclopedia/articulo/.../39-8962-9-reciclaje.shtn.

Ricketts, Y. (2009). Aplicación de producción más limpia al proceso de elaboración de siropes concentrados , pp.22. ISPJAE. Retrieved January 15, 2012, from about:blank.

Rigola, M. (1998). Producción más limpia. Cuadernos de medio ambiente. .Madrid, España.

Roben, E. (2003). El reciclaje. Oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico. Retrieved from www.municipio de loja. gov.ec.

Ruiz Ríos, A., Estay Tapia, E. R., & Olarte Flores, V. (2010). Por la ruta del reciclaje en Chile (Primera). Santiago de Chile. Retrieved from www.ciudadsaludable.org.

Sierra Maestra. (2013). Revolución del reciclaje en Cuba.

Tortosa, B. I. (2002). Prácticas de producciones más limpias en el sector empresarial, agencia de medio ambiente- CITMA, Ciudad de la Habana. La Habana, Cuba.

Valladares, D. (2008). Guatemala. Toneladas de chatarra a la deriva. Retrieved from ipsnoticias-net/nota.asp?idnews= 100456.

Bibliografía

- Villalba, A. (2008). Panorámica de la problemática medioambiental en el mundo y en España. Revista de economía pública, social y cooperativa.
- Ying Qu a, Qinghua Zhu a, Joseph Sarkis b, Yong Geng c, *, Yongguang Zhong d. (2013). A review of developing an e-wastes collection system in Dalian, China, 1-9.

Anexo 1: Tabla 2.2 Desempeño básico de la entidad.

Indicadores Económicos (MP) /(Producto)	2010			2011			2012		
	Plan	Real	% cum.	Plan	Real	% cum.	Plan	Real	% cum.
Chatarra de acero	1949.9	1740.2	89	1991.3	823.6	41.3	1744.8	1829	104.8
Chatarra Fe fundido	66	109.8	166	66	21.6	32.7	59.4	59.5	100.2
Chatarra de Acero inox.	165	224.2	136	143.1	171.4	119.8	353.7	491.4	138.9
Chatarra bronce	295.3	762	258	283.4	200.7	70.8	473	315.6	66.7
Chatarra de Cu	1868.2	2559.6	137	1688.1	1134.3	67.2	2341.6	1806.6	77.2
Chatarra de Aluminio	405.9	546.5	135	469.8	274	58.3	719.4	543.9	75.6
Chat. Plomo	12.6	63.7	506	13.1	28.5	217.6	39.3	50.6	128.8
Chat. OMNF	2	0.5	25	2.3	3.6	156.5	6.1	5.6	91.8
Chat. Electrónica	1	3.4	340	1.2	0.4	33.3	3.5	3.5	100
Chat. Metales preciosos	0.7	0.7	100	0	0	0	0	0	0
Desperd. de Papel y Cartón	131.9	139.5	106	145.3	63	43.4	154	161.7	105
Desperd. plásticos	432.1	494.6	114	562	193.9	34.5	588.8	617.6	104.9
Desperd. textiles	3.8	4.2	111	4.1	1.7	41.5	4.4	4.8	109.1
Desperd. de Vidrio	3.5	3.5	109	3.6	2.5	69.4	4.2	4.2	100
Envases textiles	140	122.1	87	502.8	240.9	47.9	142.2	146.1	102.7
Envases de cristal	2572	1894.8	74	940.5	227.2	24.2	3068.1	3650.3	119
Otros productos	42.9	51	119	47.5	18.3	38.5	47.5	59.6	125.5

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Tabla 2.4 Legislación vigente y aplicable a la ERMPC

No	Actividad
1	Ley No. 81 del Medio Ambiente
2	Decreto Ley No. 200 De las contravenciones en materia de Medio Ambiente
3	Decreto No. 179/93 Protección, uso y conservación de los suelos, y sus contravenciones.
4	Decreto-Ley No.138 De las aguas terrestres.
5	Resolución No 136/2009 Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos.
6	Resolución No 159/95 información de productos químicos-tóxicos
7	Resolución No. 132/2009. "Reglamento del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental"
8	Resolución No. 103/2008. "Reglamento de la Inspección estatal de la actividad reguladora Ambiental"
10	NC-ISO 14001:2004. Sistemas de gestión ambiental. Especificación y directrices para su uso.
11	NC-133:2002 Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transporte. Requisitos higiénicos sanitarios y Ambientales
12	NC-134:2002 Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transporte. Requisitos higiénicos sanitarios y Ambientales
13	NC-135:2002 Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transporte. Requisitos higiénicos sanitarios y Ambientales
14	NC-39-99 Calidad del aire. Requisitos higiénicos sanitarios
15	NC-27-99 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Tabla 2.5 Equipos involucrados en el proceso productivo de la ERMPC.

No	Actividad	Producto	Equipo	No. Inv.	Modelo y marca	Año de Fab.	Chapa	Est. Téc.	Años de Explot
1	Recup - Venta	No Ferroso - - No Metálico	Cuñas Tractoras	60446	ZIL 130	1985	FSM 633	RT	27
2	Recup- Venta	Acero - HoFo - A. Inox	Cuñas Tractoras	60140	DAF FT-095350	1995	FSM 622	RT	15
3	Recup - Venta	No Ferroso - - No Metálico	Cuñas Tractoras	61037	DAF FT-095350	1993	FSM 617	RT	16
4	Recup - Venta	Acero - HoFo - A. Inox	Cuñas Tractoras	60104	DAF FT-095350	1995	FSM 621	RT	15
5	Recup - Venta	Acero - HoFo - A. Inox	Cuñas Tractoras	61831	FREIGHTLINER 120	2000	FSM 929	RT	12
6	Recup- Venta	Acero - HoFo - A. Inox	Cuñas Tractoras	60106	ROMAN 256DF19	1983	FSM 765	RT	26
7	Venta	No Ferroso - No Metálico	Cuñas Tractoras	60101	MAZ 700	1985	FSM 634	RT	25
8	Recup- Venta	Acero - HoFo - A. Inox	Cuñas Tractoras	61841	FIAT 619	1976	HVC 983	PB	36
9	Venta	No Metálico	Camión Furgón	62142	INTERNATIONAL 4900	2003	FSJ 376	RT	9
10	Asegto.	---	Camión Plataforma	60545	KAMAZ 53212	1982	FSJ 964	RT	29

Anexos

11	Recup	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	60093	MAZ 500	1985	FSJ 541	RT	25
12	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	61073	KAMAZ 53212	1997	FSJ 127	RT	15
13	Recup	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	60092	KAMAZ 53212	1988	FSH 507	RT	24
14	Asegto.	---	Camión Móvil de Taller	60293	ZIL 130	1985	FSG 053	RP	25
15	Recup	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	60298	GAZ 53	1986	FSJ 969	RT	23
16	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	60299	KAMAZ 53212	1982	FSJ 539	RT	29
17	Recup.	Acero - HoFo - A. Inox	Camión Plataforma	60100	FIAT 619	1975	FSJ 661	RT	35
18	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	61583	ZIL 130	1979	FSJ 965	RT	33
19	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	60998	KAMAZ 53212	1989	FSJ 966	RP	23
20	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	61817	ZIL 130	1982	FSJ 542	RT	30
21	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Camión Plataforma	62146	ZIL 130	1984	FSJ 588	RT	26
22	Recup.	Acero - HoFo - A. Inox	Camión Volteo	60540	KRAZ 256	1986	FSL 739	RP	25
23	Recup.	Acero -	Camión	60544	MAZ 700	1984	FSJ	RP	25

Anexos

		HoFo - A. Inox	Volteo				567		
24	Recup - Venta	No Ferroso - Metálico	Camión Volteo	62145	KAMAZ 5511	1982	FSJ 478	RT	29
25	Recup.	Acero - HoFo - A. Inox	Camión Volteo	60503	FIAT 19256	1984	FSH 334	PB	26
26	Recup.	Acero - HoFo - A. Inox	Camión Autocarga con Volteo	60543	FIAT 16256	1984	FSL 522	RT	26
27	Recup.	Acero - HoFo - A. Inox	Camión Autocarga	60542	PEGASO 300PC	1987	FSL 204	RT	24
28	Transporte Personal	---	Ómnibus	60211	GIRÓN 2331	1988	FSE 693	RT	24
29	Aseguram.	---	Remolques	61587	TAINO V	2003	FSN 666	B	9
30	Recup - Venta	No Ferroso - Metálico	Remolques	60094	MAZ 500	1982	FSN 992	RT	29
31	Recup.	Acero - HoFo - A. Inox	Remolques	60999	DAC	1975	FSN 655	RT	35
32	Recup- Venta	No Ferroso - Metálico	Remolques	60953	KAMAZ V	1975	FSN 232	RT	35
33	Recup - Venta		Semiremolques Plataforma	62047	STOKOTA	1985	FSN 785	B	25
34	Recup - Venta	Acero - HoFo - A. Inox	Semiremolques Volteos	60103	TAINO RP12	1995	FSP 131	RT	17
35	Recup - Venta		Semiremolques Plataforma	60997	PRATTY	1985	FSN 211	PB	25

Anexos

36	Recup Venta	- - No Metálico	Semiremol ques Plataforma	60954	ZIL 130	1985	FSN 993	RT	25
37	Recup Venta	- No Ferroso	Semiremol ques Plataforma	60138	TAINO RP12	1985	FSN 965	RT	25
38	Recup Venta	- Acero HoFo - A. Inox	Semiremol ques Volteos	60144	TAINO SR	1995	FSN 964	B	17
39	Recup Venta	- - No Metálico	Semiremol ques Plataforma	60504	TAINO RP12	1995	FSP 054	B	17
40	Recup Venta	- - No Metálico	Semiremol ques Plataforma	61816	GUERRA	2007	FSP 074	B	5
41	Recup.	- No Metálico	Carretas plancha	60154	Agrícola PKT	1988	00	RT	24
42	Recup.	- No Metálico	Carretas plancha	60422	Agrícola PKT	1979	00	RT	33
43	Recup.	- No Metálico	Carretas volteo	60743	OTRAS Criollo	1976	00	RT	36
44	Recup.	No Metálico	Tractores de neumaticos	60501	YUNZ 6M	1975	01F643	RT	35
45	Recup.	- Acero HoFo - A. Inox	Grúa s/ camión	40546	MAZ 500	1983	FSL 095	RT	23
46	Recup.	- Acero HoFo - A. Inox	Grúa s/ camión	40541	ZIL 133	1988	FSJ 967	B	25
47	Procmto	- Acero HoFo - A. Inox	Gruas sobre esteras	41855	KC 4112	1991	SN	MP	20
48	Procmto	- Acero	Gruas	42031	DOOSAN	2007	SN	B	5

Anexos

		HoFo - A. Inox	sobre esteras		SOLAR 225				
49	Procmto	Acero - HoFo - A. Inox	Gruas sobre esteras	40105	POCLAIN 125	1987	SN	MP	24
50	Procmto	Acero - HoFo - A. Inox	Montacarg as	40015	TOYOTA 2L BLANCH	1985	SN	PB	25
51	Procmto	Acero - HoFo - A. Inox	Montacarg as	40016	TOYOTA 2L BLANCH	1983	SN	RT	24
52	Procmto	Acero - HoFo - A. Inox	Montacarg as	41227	DAEWOO 25S	2003	SN	B	9
53	Procmto	Acero - HoFo - A. Inox	Montacarg as	41842	TCM FD-25T	2007	SN	B	5
54	Procmto	Acero - HoFo - A. Inox	Montacarg as	41101	EUROLLEN NCPR	2001	SN	RT	11
55	Procmto	Acero - HoFo - A. Inox	Buldozer	42032	DZ 171	1985	SN	MP	25
56	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Tractores	60598	YUNZ D-48	1975	00F 282	RT	35
57	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Tractores de neumaticos	61853	YUNZ D-48	1995	03F775	RT	17
58	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Tractores de neumaticos	61854	YUNZ D-49	1988	06F222	RT	24
59	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Tractores de neumaticos	60718	YUNZ 242-71	1979	00F 281	RT	33
60	Recup.	No Ferroso - No	Tractores de	60208	YUNZ 6M	1974	04F320	RT	37

Anexos

		Metálico	neumaticos						
61	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Tractores de neumaticos	60769	YUNZ D-65M	1976	00F 969	RT	36
62	Recup.	No Ferroso - No Metálico	Tractores de neumaticos	60462	YUNZ -242-71	1984	05F948	RT	26
63	Procesa miento No Ferroso	Metales	Prensa	40528	BA-1330	1987	-----	M	25
64	Procesa miento No Ferroso	Metales	Prensa	41862	MJ/40	2008	-----	B	4

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4: Tabla 3.3 Uso y precios de las materias primas, agua y energía

Materias primas	U/M	Precio de Compra	Precio de venta	Uso
Chatarra Acero	t	32.28	138.2	Proceso ferroso
Chatarra de hierro fundido	t	15.40	54.8	Proceso ferroso
Chatarra de aluminio	t	266.05	1110.2	Proceso No ferroso
Chatarra de bronce	t	947.15	2822.9	Proceso No ferroso
Chatarra de cobre	t	1750.91	4681.5	Proceso No ferroso
Chatarra de plomo	t	31.25	190.6	Proceso No ferroso
Chatarra no ferrosa	t	58.4	120.2	Proceso No ferroso
Chatarra de acero inoxidable	t	435.71	1322.4	Proceso No ferroso
Chatarra	t	-----	85.6	Proceso

Electrónica				No ferroso
Agua	m3	1.55	-----	Consumo humano y aseo.
Electricidad	kW	0.32	-----	Portador energético
Diesel	L	0.99	-----	Portador energético
Gasolina	L	0.89	-----	Portador energético
Lubricantes	L	1.80	-----	Portador energético
GLP	kg	0.54	-----	Portador energético

Fuente: Elaboración Propia

***Materia prima:** Los precios de las materias primas, según Listado Oficial de precio establecido por el Ministerio de Finanzas y Precios (MFP) en su Resolución V-115 del 23 de junio de 1999 venta (15%) Resolución 382/ 07-2009.

Agua: Tarifa de cobro existente en Recursos Hidráulicos para servicio de agua, medrado comercial s/ alcantarillado, equivalente a 1.55 CUC, según Resolución 58/95 de INRH.

Electricidad: Tarifa existente para el sector empresarial según horario de consumo por la Resolución 291/2010, del Ministerio de Finanzas y Precios, corresponde a 0.32 CUC el kW.

Los demás portadores energéticos: Los precios establecidos, según Resolución 459 del 2012, del MFP como indica la tabla 3.3.