



**Universidad
de Holguín**

FACULTAD
DE INGENIERÍA
DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA

PROPUESTA DE MEJORAS DEL PROCESO TECNOLÓGICO DE EL PELADO DE CABLES ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA DE RECUPERACIÓN DE MATERIAS PRIMAS DE HOLGUÍN

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico

Autor: Rubén Almaguer Cruz

Tutor: Ms C. Gerardo Hernández Ramírez

Holguín Curso: 2020-2021



Pensamiento:

“El futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia, tiene que ser un futuro de hombres de pensamiento, porque precisamente es lo que más estamos sembrando; [...]”

Fidel Castro Ruz.



RESUMEN

Con esta investigación se plantea mejorar el proceso tecnológico de pelado de los cables eléctricos que son suministrados a la Empresa Recuperadora de Materias Primas de Holguín(ERMPH), de tal forma que haga posible la recuperación del cobre, el aluminio y los residuos plásticos. En la actualidad en la empresa se efectúa de forma rudimentaria la recuperación de los componentes de los cables, esta tarea es improductiva pudiendo presentarse accidentes del trabajo. Se realizó un proceso de desarrollo, búsqueda e innovación de un nuevo producto para que se puedan aprovechar estos residuos como materia prima. Se hizo una comparación entre la productividad manualmente y la de una máquina de pelar cables, lo que nos demuestra que es necesario el diseño de un prototipo que cumpla con los requisitos de la empresa, con esto se logrará mejorar la productividad y seguridad del trabajo, lo que humanizará la labor de los obreros y generará mayor producción en menor tiempo; incluso se minimizará las afectaciones al medio ambiente y evita daños innecesarios a la salud de los trabajadores.

ABSTRACT

With this research, it is proposed to improve the technological process of stripping the electrical cables that are supplied to the Holguín Raw Materials Recovery Company (ERMPH), in such a way that it makes possible the recovery of copper, aluminum and plastic waste. At present, the company carries out the recovery of cable components in a rudimentary way, this task is unproductive and work accidents may occur. A process of development, search and innovation of a new product was carried out so that these residues can be used as raw material. A comparison was made between the productivity manually and that of a cable stripping machine, which shows us that it is necessary to design a prototype that meets the requirements of the company, with this it will be possible to improve productivity and work safety, which will humanize the work of the workers and generate greater production in less time; Even damage to the environment will be minimized and unnecessary damage to workers' health will be avoided.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. | 6 |
| 1.1 Caracterización general de la empresa de recuperación materias primas Holguín..... | 6 |
| 1.1.1 Ubicación geográfica y estructura organizativa. | 6 |
| 1.2 Antecedentes históricos del reciclaje..... | 10 |
| 1.3 Porque reciclar en vez de extraer materiales puros de las minas..... | 15 |
| 1.4 Beneficios de reciclar los plásticos y los metales | 17 |
| 1.5 Descripción de los componentes de los cables eléctricos. | 17 |
| 1.5.1 ¿Cómo están compuestos? (ver anexo 5) | 17 |
| 1.6 Deficiencias presentadas en la Empresa Recuperadora de Materias Primas de Holguín para la separación de la cubierta y el núcleo de los cables eléctricos. | 27 |
| CAPÍTULO II. PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA PLANTEADO. | 28 |
| 2.1 Introducción | 28 |
| 2.2 Métodos utilizados actualmente para el pelado de cables en la Empresa Recuperadora de Materias Primas Holguín | 28 |
| 2.2.1 Descontaminación manual..... | 29 |
| 2.2.2 Selección de la tecnología para el principio de separación..... | 31 |
| 2.3 Maquinas disponibles en el mercado..... | 32 |
| 2.4 Propuesta para un diseño de máquina de pelar cables | 37 |
| 2.4.1 Parámetros necesarios para el diseño | 37 |
| 2.4.2 Características que se deben de tener en cuenta al realizar el diseño..... | 37 |
| 2.5 Medio ambiente | 39 |
| 2.6 Beneficio para la defensa. | 41 |
| 2.7 Beneficio económico: | 41 |
| CONCLUSIONES | 42 |
| RECOMENDACIONES | 43 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 44 |
| ANEXOS | 48 |

INTRODUCCIÓN

El siguiente es un proyecto para optar al título de ingeniero mecánico de la Universidad de Holguín, en el cual se pretende realizar mejoras del proceso tecnológico para la separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos en la empresa recicladora de materias primas de Holguín. El proceso consiste en recoger los diferentes tipos de desechos industriales, preparándolos para su aprovechamiento sin ocasionar daño al medio ambiente es por eso que se necesita investigar las diferentes tecnologías y principios de funcionamiento para darle un buen empleo a los residuos de los cables. Estos están compuestos básicamente de un núcleo de Cobre o Aluminio y un recubrimiento polimérico, el cual puede ser PVC, PE los de mayor uso en este producto. La cantidad de recubrimientos y de núcleos nos la da la aplicación del mismo que puede ser: Cables para aplicaciones eléctricas, telecomunicaciones, control y transmisión de datos.

El aluminio es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre (8%) y uno de los metales más caros en obtener. La producción anual se cifra en unos 33,1 millones de toneladas, siendo China y Rusia los productores más destacados, con 8,7 y 3,7 millones respectivamente. Una parte muy importante de la producción mundial es producto del reciclaje. En 2005 suponía aproximadamente un 20% de la producción total. El aluminio es un metal muy utilizado cotidianamente en cualquier ámbito, principalmente en el papel de aluminio, latas y envases y en la construcción. El reciclaje de éste mismo resulta sencillo, ya que consiste en fundir el aluminio y purificarlo para ser utilizado nuevamente (Hernández, 2006).

Ya sea considerando la cantidad o el valor del metal empleado, el uso industrial del cobre es muy elevado. Es un material importante en multitud de actividades económicas y ha sido considerado un recurso estratégico en situaciones de conflicto. El cobre es el tercer metal más utilizado en el mundo, por detrás del hierro y el aluminio. La producción mundial de cobre refinado se estimó en 15,8 Mt en el 2006, con un déficit de 10,7 % frente a la demanda mundial proyectada de 17,7 Mt. El cobre es uno de los pocos materiales que no se degradan ni pierden sus propiedades químicas o físicas en el proceso de reciclaje. Puede ser reciclado un número ilimitado de veces sin perder sus propiedades, siendo imposible distinguir si un objeto de cobre

está hecho de fuentes primarias o recicladas. Esto hace que el cobre haya sido, desde la Antigüedad, uno de los materiales más reciclados (<https://elementos.org.es/cobre>). Los plásticos son sustancias químicas pastas sintéticas denominados polímeros, de estructuras macro moleculares que pueden ser moldeadas mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de mono-meros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades que no pueden lograrse con otros materiales, por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica. De hecho, plástico se refiere a un estado del material, pero no al material en sí: los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se encuentra viscoso o fluido, y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos. Este estado se alcanza cuando el material en estado sólido se transforma en estado plástico generalmente por calentamiento. Así que la palabra plástico es una forma de referirse a materiales sintéticos capaces de entrar en un estado plástico, pero plástico no es necesariamente el grupo de materiales a los que cotidianamente hace referencia esta palabra (Ondarse, 2021).

En Cuba, el reciclaje es una prioridad, y dentro de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución se encuentra, precisamente, promover su intensificación, aumentar el valor agregado de los productos recuperados y priorizar el aprovechamiento del potencial de los residuos sólidos urbanos.

La conciencia ambiental, que lleva a la ingeniería a la configuración de sistemas tecnológicos y procesos productivos eficientes que armonicen con el entorno, deriva necesariamente en la idea de reciclar. El desarrollo industrial y tecnológico, si bien ha traído innumerables beneficios sociales, también ha tenido repercusiones negativas y de difícil reversibilidad en el planeta. Por ello, resulta un imperativo la formación en una sólida ética ambiental en las facultades y escuelas de ingeniería, así como la divulgación sostenida de alternativas de tecnologías limpias que contribuyan a paliar los efectos nocivos que la sociedad posmoderna está generando (Mansilla, Ruiz, 2009).

El reciclaje de materiales ha venido ganando aceptación y popularidad como una forma de disminuir la cantidad de residuos que necesitan disposición final en rellenos sanitarios y de reducir el impacto ambiental negativo de las actividades productivas y

de consumo por medio de las cuales las sociedades contemporáneas satisfacen sus necesidades. Existe la impresión de que el reciclaje de materiales es una actividad relativamente reciente. Es necesario distinguir entre el reúso y el reciclaje, ya que a veces se utilizan equivocadamente como sinónimos. El reúso se refiere a la recuperación de materiales de desecho que mediante una ligera modificación se utilizan nuevamente para el propósito original para el que fueron fabricados. Por ejemplo, la separación de papel en oficinas para utilizar el reverso para tomar notas o para copias fotostáticas. Por otra parte, el reciclaje requiere algún tipo de procesamiento físico, biológico o químico, de modo que se pueda utilizar como materia prima para nuevos productos, como la recuperación de papel en oficinas para enviarse a fábricas de papel que lo procesan, convierten en pulpa y luego en papel reciclado (Office of Technology 1989).

Es el proceso mediante el cual los desechos se convierten en nuevos productos o en materiales con el que fabricar otros productos. De esta forma, los residuos se someten a un proceso de transformación eco-ambiental para poder ser aprovechados en algún proceso de fabricación, reduciendo el consumo de materias primas y ayudando a eliminar residuos.

El reciclaje es un gesto muy simple y útil con el que contribuimos a la mejora del medio ambiente. La cantidad de nuevas materias primas para la fabricación de nuevos productos, así como todo el proceso de extracción, transporte, elaboración y gasto energético disminuye al reutilizar los residuos que generamos. Asimismo, se evita que estos residuos acaben en los vertederos, que además de estar cada vez más saturados, tienen un enorme impacto ambiental. Por tanto, el reciclado también contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, beneficiando así al medio ambiente al reducir el consumo de materias primas. Es importante que comencemos a tomar conciencia y cuidar el planeta, ya que sin duda las pequeñas acciones contribuyen a grandes cambios.

Situación Problemática:

En la actualidad en la ERMPH se efectúa de forma rudimentaria la recuperación del cobre y el aluminio, esta tarea es improductiva pudiendo presentarse accidentes del trabajo. Es por esto que es necesario mejorar el proceso tecnológico de tal forma que haga posible la recuperación del cobre y aluminio proveniente de los cables eléctricos para lograr eficiencia y humanizar el trabajo en esa área.

Problema de investigación:

¿Cómo lograr mejoras en el proceso tecnológico para la separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos en la empresa de recuperación de materias primas de Holguín?

Objeto de estudio:

Los cables eléctricos de cobre y aluminio en la Empresa de Materias Primas de Holguín.

Campo de acción:

Mejorar el proceso tecnológico para la separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos en la Empresa de Materias Primas de Holguín.

Hipótesis:

Si se logra mejorar el proceso tecnológico para la separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos, entonces se podrá mejorar la productividad y seguridad del trabajo y con ello humanizar la labor de los obreros que laboran en esa entidad.

Objetivo General:

Mejorar el proceso tecnológico para la separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos en la empresa de recuperación de materias primas de Holguín.

Tareas de la investigación

1. Recopilación y estudio de la bibliografía e información sobre el tema tratado. (Textos, Internet, Expertos)
2. Evaluación de las principales variantes del proceso de recuperación para facilitar el trabajo a la hora de separar núcleo de la cubierta.
3. Propuesta de variante para mejorar el proceso tecnológico.
4. Redacción del informe final de la investigación.

Métodos de investigación

Teóricos:

Estudio de fuentes de información, procesamiento de la investigación y las interpretaciones conceptuales de la fundamentación teórica.

- **Análisis y síntesis:** Se analizan y concretan las deficiencias de la aplicación de los métodos actuales de separación de los alambres, lo que evidencia la necesidad de mejoras del proceso de separación de la cubierta y el núcleo de los cables eléctricos.
- A partir del problema planteado se indica como solución la propuesta de una máquina de pelar cables eléctricos.

Empírico

- **Consulta con expertos:** Se realizarán consultas a técnicos, obreros y dirigentes de la empresa.
- **Observación:** Realizar la observación del área de trabajo.

Resultado esperado:

Con el desarrollo del presente trabajo, se pretende proponer el mejoramiento del proceso tecnológico para la separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos; lo que permitirá mediante un análisis los datos necesarios para un futuro diseño de un prototipo de máquina de pelar cables que cumpla con los requisitos de la empresa, lo que proporcionará un incremento considerable de su producción generando mayores ganancias en menor tiempo; además de que se humanizar el trabajo.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1 Caracterización general de la empresa de recuperación materias primas Holguín.

1.1.1 Ubicación geográfica y estructura organizativa.

La Empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín, con domicilio legal en Calle No. 22 % Carretera Central y Final de Pedernales, Provincia Holguín, subordinada a la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas la cual fue creada el 7 de noviembre de 1961 ubicada en Calle 1ra Nro. 1604 Esq.16 Miramar, Ciudad de la Habana, perteneciente al Ministerio de Industria Sidero Mecánica (SIME).

La actividad fundamental, según el objeto social aprobado por la Resolución No. 125 del 2006 del Ministro del SIME es:

- a) Recuperar, procesar y comercializar de forma mayorista todos tipos de desechos, envases, artículos, equipos y otros que se generen en la esfera industrial, comercial y productos, en los servicios, en el consumo social que pueden ser reutilizados en la economía como materias primas secundarias, en pesos cubanos y convertible, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Interior, entre otros aspectos complementarios.

La Empresa define sus acciones fundamentalmente a los sectores del mercado nacional en divisas y en moneda nacional; cuenta con 60 años como recuperadora de desechos reciclables procedentes de la Industria y la Comunidad, estableciendo su Sistema de Gestión de la Calidad sobre la base de los requisitos de la NC- ISO 9001 vigente.

Por sus logros se autorizó a desarrollar el proceso de Perfeccionamiento Empresarial a partir del año 2003. En la actualidad se encuentra en el 5to paso que consiste en la aprobación del expediente.

La empresa posee en su estructura 1 Dirección General, 5 Direcciones Funcionales, 7 Departamentos Generales, 6 Direcciones Empresariales de Base, 12 Direcciones Municipales de Recuperación y Ventas (27 Casa de Compras que se subordinan a estas direcciones municipales)

Entre el director general y los directores funcionales existe una relación lineal en cuanto a los niveles de subordinación, mientras que entre los directores empresariales de bases y los directores de recuperación y ventas la relación es funcional, estableciendo que las decisiones son tomadas por cada dirección, relacionándose con

el resto. Todas las direcciones tienen definidas sus funciones generales y específicas, las cuales están orientadas a dar cumplimiento a la misión de la organización, pues cada función responde al logro de objetivos específicos que dan cumplimiento a las metas proyectadas por la organización.

Objeto social de la empresa

- a) Recuperar, procesar y comercializar de forma mayorista todo tipo de desechos, envases, artículos, equipos y otros que se generen en la esfera industrial, comercial y de productos, en los servicios y en el consumo social, que puedan ser reutilizados en la economía como materias primas secundarias, en pesos cubanos y convertibles, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Interior.
- b) Ser la encargada de efectuar la recogida de materias primas a la población.
- c) Comercializar de forma mayorista partes, piezas, componentes, equipos y materiales reciclables, en pesos cubanos y convertibles, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Interior.
- d) Ofrecer servicios de recogida, distribución y transportación especializada de todo tipo de producto reciclado, en pesos cubanos y convertibles.
- e) Ofrecer servicios de desmantelamiento de instalaciones industriales, comerciales y de servicios, en pesos cubanos y convertibles.
- f) Brindar servicios especializados de oxicorte y soldadura, en pesos cubanos y convertibles.
- g) Brindar servicios de alquiler de equipos especializados para la recepción e izaje de productos reciclables en CUP.
- h) Brindar servicio de transportación de carga cumpliendo con las regulaciones establecidas al respecto por el Ministerio del Transporte, en pesos cubanos.
 - i) Prestar servicios de envase y embalaje de materias primas y materiales de diversos usos reciclables, o no, con destino a la industria, en pesos cubanos y convertibles a entidades nacionales.
 - j) Brindar servicios de alojamiento, no turístico y de alimentación asociada a este, al Sistema de la Industria Sideromecánica y excepcionalmente a otros organismos autorizados por la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas, en CUP según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.
- k) Brindar servicios de comedor – cafetería, en CUP.
- l) Brindar servicio de transportación de personal, en CUP.

m) Comercialización minorista de excedentes de productos agropecuarios procedentes del autoconsumo a sus trabajadores, en CUP.

Misión: Garantizar la recuperación, procesamiento y comercialización de todos los productos recuperables, para satisfacer las demandas y expectativas de los clientes en cuanto a calidad, rapidez y competitividad, presentando una adecuada atención y participación de los proveedores.

Visión: Ser una empresa de éxito en el reciclaje, que ha logrado autonomía para decidir y accionar en la política de precios, en la compra – venta, y realizar gestiones promocionales de la producción de alta calidad, que garanticen el mercado; utilizando una tecnología renovada y moderna para producir, perfeccionando la acción de los cuadros de dirección en los colectivos de trabajadores, para desarrollar una adecuada Imagen, que lleve aparejado mecanismo de supervisión y control.

Política de Calidad:

La alta dirección de la empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín, está comprometida con la satisfacción de los requisitos del cliente, otras partes interesadas y los legales y reglamentarios aplicables a la recuperación, procesamiento y comercialización de desechos sólidos reciclables que pueden ser reutilizados, contribuyendo al ahorro de los recursos económicos productivos y al mejoramiento de las condiciones ambientales de la empresa y del país; trabajado continuamente en el perfeccionamiento del Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con los requisitos de la norma NC ISO 9001:2015 SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD. REQUISITOS, gestionando para ello los recursos humanos y tecnológicos necesarios y adecuados, desarrollando una gestión eficaz del proceso productivo y de los riesgos identificados e inherentes a la organización.

Descripción del proceso productivo principal y de todos los procesos de trabajo que intervienen o influyen en el mismo (ver en anexos 1,2,3y4).

El proceso tecnológico comienza con la recuperación de la chatarra ferrosa, por dos vías, estatal y mediante las casas de compras distribuidas en toda la provincia, actualmente la empresa cuenta con 27 de estas. Cada UEB Municipal tiene un técnico de producción que se encarga de atender el sector estatal, CDR y los pioneros, su misión es recuperar todos los desechos ferrosos que generen estas instituciones. Cada UEB y Dirección Municipal tienen un patio de chatarra, donde es depositada la chatarra que entra por las casas de compras, las mismas cumplen con

especificaciones de calidad, como son, no pueden estar oxycortadas, tienen que tener las medidas establecidas de 800x500x500 mm, no pueden estar contaminadas con metales no ferrosos, no pueden ser de dudosas procedencia, es decir piezas del sector estatal, como zapatas de trenes, piezas de centrales azucareros, tendidos eléctricos, etc. esta chatarra se compra a un precio promedio de 600 pesos en moneda nacional la tonelada, esta compra se realiza mediante el pesaje.

La chatarra proveniente de la vía estatal es informada a la empresa, según la cantidad de toneladas reportadas, se envía un equipo auto carga especializado para ello, con uno o más Oxycortadores en dependencia de la cantidad de chatarra ubicada, allí se oxycorta fuera de medida, es decir se corta para poder buscar capacidad de carga, pues los camiones pueden cargar hasta 15 Tn, por el deterioro de la técnica la misma en estos momentos carga hasta 10 Tn, es por ello que es muy importante el corte de los Oxycortadores para que se pueda transportar las toneladas previstas, pero también es importante el tiempo, de aquí que no se oxycorta a la medida lista para la venta, pues esto llevaría mucho tiempo, ésta chatarra es transportada a la UEB Proceso, ubicada en la propia empresa, donde se descarga la misma en el patio de chatarra como así se le denomina, el cual posee una capacidad de almacenaje de 4000 Tn, además esta UEB cuenta para el funcionamiento de su actividad con una línea de corte, conectada a un tanque criogénico (Oxígeno Líquido) que abastece la línea y una grúa con un pulpo con capacidad de 4Ton.

En el área del patio de chatarra es donde se descontamina la misma, se clasifica por tipo en hierro fundido y acero, los metales no ferrosos encontrados en el proceso son trasladados para un almacén donde se procesa, el producto debe quedar a la medida establecida por las especificaciones del cliente.

A su entrada a la UEB Proceso, la chatarra es pesada en una báscula de camiones de capacidad de 60 Tn, una vez efectuado el pesaje de la misma, se emite un vale de pesa, donde es descargada posteriormente en el patio referido en el párrafo anterior, automáticamente a esa chatarra se le descuenta el 2% establecido por el óxido que contiene la misma y se procede a su revisión y proceso, del cual el autor hizo referencia anteriormente.

Una vez oxycortadas dicha chatarra, se comienza con la carga para su transportación a través de las góndolas que se ubican en los patios de la UEB de Proceso y la Dirección Municipal de Recuperación y Venta del Municipio Cueto.

La UEB Recepción y Venta, cuenta para el funcionamiento de su actividad con 1 grúas viajera de 15 Tn, dotada de pulpos y electroimanes para facilitar que las góndolas sean cargadas, así como los carros sean descargados, según la densidad de la chatarra, en ligera o pesada.

A este proceso productivo principal se vinculan una serie de servicios por otras áreas de la empresa como son: direcciones, talleres de mantenimientos eléctricos-industriales y brigada de recuperación y venta. A continuación, se relacionan las actividades que en las mismas se desarrollan.

Dirección de Aseguramiento. Actividad fundamental: Proveer de gases como GLP y oxígeno para la recuperación de estos productos.

Dirección de Transporte y Taller. Actividad fundamental: transportación de carga, personal y mantenimiento de equipos automotores.

Dirección Comercial. Actividad fundamental: ofertar y comercializar las producciones de la empresa, así como garantizar el abastecimiento y almacenamiento de todos los recursos necesarios para la producción.

Dirección Técnica. Actividad fundamental: Garantizar los medios de oxicortes, e instrumentos de medición seguros para la producción, así como el izaje y transportación que garanticen la producción.

Dirección de Operaciones: Actividad fundamental: Trazar estrategias de trabajo para lograr los niveles previsto en la recuperación, en el sector estatal, así como en el residencial, a través de las casas de compras.

1.2 Antecedentes históricos del reciclaje

El reciclaje de materiales ha venido ganando aceptación y popularidad como una forma de disminuir la cantidad de residuos que necesitan disposición final en rellenos sanitarios y de reducir el impacto ambiental negativo de las actividades productivas y de consumo por medio de las cuales las sociedades contemporáneas satisfacen sus necesidades. Existe la impresión de que el reciclaje de materiales es una actividad relativamente reciente. En esta sección pretendemos demostrar que el reciclaje de materiales es mucho más antiguo de lo que generalmente se reconoce en la literatura sobre el mismo. Primeramente, es necesario distinguir entre el reúso y el reciclaje, ya que a veces se utilizan equivocadamente como sinónimos. El reúso se refiere a la recuperación de materiales de desecho que mediante una ligera modificación se utilizan nuevamente para el propósito original para el que fueron fabricados. Por

ejemplo, la separación de papel en oficinas para utilizar el reverso para tomar notas o para copias fotostáticas. Por otra parte, el reciclaje requiere algún tipo de procesamiento físico, biológico o químico, de modo que se pueda utilizar como materia prima para nuevos productos, como la recuperación de papel en oficinas para enviarse a fábricas de papel que lo procesan, convierten en pulpa y luego en papel reciclado. (Office of Technology 1989).

A menudo se tiene la opción de reusar o reciclar un material. Las botellas de vidrio en las que se vende cerveza, por ejemplo, pueden devolverse vacías a las compañías cerveceras para que éstas las laven, desinfecten y vuelvan a llenar (reúso de la botella) o bien se pueden fundir para fabricar nuevas botellas o cualquier otro producto de vidrio.

El reciclaje en la antigüedad

El reciclaje es una respuesta adaptativa a la escasez, una actividad económica en la cual individuos y sociedades tratan de hacer un uso más eficiente de los recursos. Cuando los humanos llevaban una existencia nómada, la disposición de residuos sólidos muy probablemente no presentaba problemas, ya que los desechos simplemente se dejaban en las áreas donde se realizaba el consumo. Al crearse asentamientos permanentes en el periodo neolítico, los residuos tenían que disponerse de alguna forma. Pronto se dieron cuenta de que algunos de los desechos podían ser reciclados, ya que el reciclaje requiere menos tiempo y esfuerzo que su obtención de materiales vírgenes (no reciclados). Por ejemplo, se requiere menos energía para fundir y reciclar metales que para su obtención en minas. Existen evidencias arqueológicas de que los residuos y objetos metálicos no útiles ya eran reciclados en el año 3000 a.C., es decir, poco después del comienzo de la metalurgia. Un caso interesante se refiere al coloso de Rodas, caído por un terremoto, el cual fue desmantelado por individuos que vendieron el metal a fabricantes de armas para que reciclaran el metal y lo utilizaran en sus actividades de manufactura. Igualmente, la práctica de recuperación de piezas de cerámica rota para incorporarla en la fabricación de cerámica nueva comenzó poco después de la invención de la misma. (Institute of Scrap Recycling Industries, 1989.)

La ciudad de Roma, que llegó a tener alrededor de un millón de habitantes entre los años 31 a.c. y 19 de nuestra era, generó una gran cantidad de desechos sólidos. La mayor parte de los residuos producidos eran arrojados al drenaje, en particular a la

“Cloaca Máxima”, de ahí al río Tiber y después al Mediterráneo. La disposición de desechos dejaba mucho que desear y, como resultado, varias epidemias afectaron a la población romana de esa época. Sin embargo, los romanos realizaron varios esfuerzos por reciclar algunos de sus residuos sólidos. Por ejemplo, arqueólogos italianos descubrieron en 1992 un barco hundido en el Adriático que contenía partes y piezas diversas de estatuas romanas de bronce. Las piezas de ese cargamento se remontaban desde el siglo IV a.C. hasta el siglo III, y se cree que es la primera prueba palpable del comercio de bronce antiguos para ser reciclados. Existen también pruebas documentales del reciclaje de metales en Roma: Plinio el Viejo describe cómo los residuos de cobre se fundían para fabricar espejos en Brindisi en el siglo I (L. Mazzatenta 1995).

El reciclaje en Edad Media, Renacimiento y Edad Moderna Temprana

Durante la Edad Media y el Renacimiento las actividades de reciclaje de materiales continuaron. Incluso, para algunas actividades productivas su localización geográfica estaba determinada por la posibilidad de recuperar y aprovechar algunos residuos. Los curtidores de pieles y fabricantes de guantes, por ejemplo, efectuaban sus operaciones río abajo, donde se teñían textiles para aprovechar los residuos de las actividades de éstos (E. Barringer, 1954).

El excremento humano se recuperaba para usarlo como fertilizante y los residuos orgánicos servían de alimento a cerdos (D. Reid, 1991).

Durante estos periodos la fabricación de papel se extendió por Europa y América. Los árabes aprendieron a hacer papel de los chinos cuando los primeros invadieron la ciudad de Samarcanda; de ahí se extendió por Medio Oriente y luego a España en el siglo XI. En ese entonces, un gran número de individuos se dedicaba a la recuperación de trapos de desecho para reciclarlos y fabricar papel. Entre los siglos XI y XIII a esos recuperadores de trapos se les llamaba en España pannorum collectores o panniculorum collectores, mientras que entre los siglos XIII y XVIII se les conoció como “traperos” (J. Munsell, 1941).

La recuperación de trapos viejos adquirió tal importancia económica que varios monarcas emitieron decretos relacionados con esta actividad. Felipe II, por ejemplo, autorizó el Reglamento de Libre Comercio de Indias en 1778, que tenía por objeto estimular la recuperación de trapos en la Nueva España (principalmente en lo que es actualmente México) para exportarlos a España libres de impuestos (Valls, 1980).

La recuperación de trapos para reciclarlos y convertirlos en papel existió en México desde el siglo XVII, y a las personas que los recuperaban se les conocía también como “traperos”. Estos recolectaban trapos, principalmente de lino y algodón, que encontraban en calles y basureros, y los vendían a intermediarios o directamente a las fábricas de papel (H Lenz, 1990).

El reciclaje en el siglo XIX

El reciclaje de materiales floreció durante el siglo XIX. Los procesos de urbanización e industrialización, que se aceleraron durante el siglo pasado, desempeñaron un papel importante en el desarrollo de las actividades de reciclaje. Mientras que en 1800 menos del 2.5 por ciento de la población mundial vivía en ciudades, al final del siglo la población urbana había alcanzado el 10 por ciento (P. Honenberg y L. Lees 1985). Las fábricas establecidas en las ciudades atrajeron a los individuos pobres de las áreas rurales, en particular de aquellas donde había sobrepoblación, faltaba tierras de cultivo y escaseaban los empleos. Las actividades industriales aumentaron la demanda de materias primas, mientras que los asentamientos humanos crecientes producían cantidades también crecientes de residuos que podían recuperarse de la basura y venderse a la industria. La migración campo-ciudad y la incapacidad de algunos migrantes para encontrar empleo provocó que la ocupación de recolector de materiales reciclables se convirtiera en una actividad común. La recuperación informal de materiales reciclables de la basura fue muy común en Europa y Estados Unidos. En Inglaterra, por ejemplo, a los recuperadores informales se les conocía como scavengers, rag and bone men, totters y ragpickers. En Francia se les conocía como chiffonniers, mientras que en Alemania se les llamaba lumpensammier (M. Melosi 1982).

En Estados Unidos los vendedores ambulantes conocidos, como peddlers, recorrían ciudades y comunidades rurales. Durante esos recorridos intercambiaban productos nuevos, tales como sartenes, instrumentos de cocina, telas y medicinas por trapos viejos, huesos de animales y artículos viejos de metal. Los trapos se procesaban para fabricar papel, mientras que los huesos se utilizaban para hacer pegamento y los artículos metálicos se fundían para fabricar nuevos productos (E. Barringer 1976).

Al final del siglo, la recuperación de herraduras, ruedas de carretas, artículos de hule, implementos agrícolas obsoletos y huesos de búfalo, caballos y ganado bovino era una actividad cotidiana. Un método común de fin de siglo para reciclar materia

orgánica era la “reducción”. Con este método se procesaban animales muertos y residuos orgánicos para producir grasa, que se utilizaba para elaborar perfumes, lubricantes, glicerina, velas y jabón. La reducción de materia orgánica también producía un residuo que se utilizaba como fertilizante (Ch. Lipsett 1974).

El reciclaje en el siglo XX

El comercio de huesos, botellas y trapos disminuyó gradualmente con el Desarrollo industrial. La popularidad del proceso de reducción decreció debido a olores desagradables y a la percepción de que tal proceso involucraba riesgos contra la salud humana y el medio ambiente. El cambio en el uso de pulpa de madera como materia prima principal para la fabricación de papel redujo la demanda de trapos. Igualmente, importante fue que se descubrieron nuevas fuentes de materias primas y se desarrollaron métodos más eficientes de refinación de metales (Baltimore 1976).

El reciclaje informal en las calles, basureros y rellenos sanitarios disminuyó en los países desarrollados a partir de la década de los cincuenta, al reducirse la pobreza e instaurarse programas de seguridad social, así como los riesgos a la salud que implica para los recuperadores informales de materiales reciclables el contacto directo con la basura (W. Rathje y C. Murphy 1993).

En la actualidad, la mayoría de las actividades de reciclaje en el mundo desarrollado tienden a realizarse por medio de programas oficiales administrados por las municipalidades y usualmente siguen políticas establecidas a nivel estatal (provincial) o nacional. En Estados Unidos, por ejemplo, existen más de seis mil programas locales de separación de materiales reciclables en la fuente de generación. Se ha logrado una participación de hasta el 90 por ciento de los residentes y el volumen de desechos que debe enviarse a los rellenos sanitarios se ha reducido hasta en un 70 por ciento. Y en Japón, más de tres mil de sus 3 255 municipios cuentan con programas de reciclaje (M. Medina 1997).

El reciclaje informal sigue siendo una ocupación importante para individuos indigentes de los países subdesarrollados, al prevalecer un alto desempleo, altos índices de pobreza, falta de programas de seguridad social para la población más pobre y para desempleados, así como una demanda industrial de materias primas baratas (M. Medina 1997).

Las consideraciones anteriores son muy importantes para lograr un adecuado manejo de desechos sólidos, pues abundan los ejemplos de países en desarrollo en los que

las tecnologías provenientes de las naciones industrializadas no están acordes con las condiciones y necesidades de los primeros. Los equipos y tecnologías que han sido inapropiados son los camiones recolectores con mecanismos de compactación, composteo en reactores, incineradores y el equipo mecánico utilizado en plantas de clasificación y recuperación de residuos (llamadas material recovery facilities en inglés). El fracaso de estas tecnologías en los países en vías de desarrollo se debe a las diferentes condiciones socioeconómicas, la existencia de un dinámico sector informal que sobrevive de la recolección de los desechos, las características físicas y topográficas de los asentamientos de familias de bajos ingresos, y la cantidad y composición de los desechos generados en comparación con los países industrializados (M. Medina 1997).

En la ERMPH se generan materiales de reciclaje como los cables de cobre y aluminio que deben ser aprovechados y regenerados por medio de procesos industriales, el propósito de recuperar materiales en proceso de reciclamiento, está enfocado y dirigido a minimizar los efectos secundarios originados por estos elementos. El cable recolectado, deberá ser clasificado en material de cobre y aluminio, este material suele ser sobrante de obras de instalaciones eléctricas, cables viejos o defectuosos, cabe resaltar, el reciclaje de cables que ya no son aptos para su respectivo trabajo, se les deberá ejercer una disposición correcta de reciclaje. La tarea de reciclaje es un deber de todas las comunidades, razón por la cual, se propone mejorar el proceso tecnológico para la separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos. La acumulación de cables puede ser un mal necesario, pero con un proceso industrial bien establecido, se podría evitar una contaminación visual y ambiental que puede corregirse y afrontar nuevos cambios en el uso de estos materiales.

1.3 Porque reciclar en vez de extraer materiales puros de las minas

Es relevante que todas las personas tomemos conciencia de los beneficios que traen los procesos de reciclaje, ya que de esa forma podemos cuidar los recursos naturales. Reciclar es una de las alternativas utilizadas para la reducción del volumen de residuos sólidos. Se trata de un proceso que consiste básicamente en volver a utilizar materiales que fueron desechados y que aún son aptos para elaborar otros productos o re fabricar los mismos. Ejemplos de materiales reciclables son los metales, el vidrio, el plástico y el papel.

No es necesario extraer metal virgen de una mina, ahora lo tenemos mucho más a nuestro alcance”, señala Alicia García-Franco, directora general de la Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER). García-Franco (2015), se refiere al que se conoce como minería urbana, que consiste en recolectar metal en desuso para su reciclaje y reincorporación como nueva materia prima.

Llevamos tantos años extrayendo metal, que hay estudios que sostienen que ya hay más fuera que bajo tierra o, al menos, metal que sea extraíble fácilmente”, añade Sánchez Cifuentes. Sin embargo, el responsable de e-distribución reconoce que “la extracción aún sigue siendo necesaria”. El único caso en que el 100% del metal procede del reciclaje es el plomo, según datos facilitados por la FER.

En cuanto a los demás metales mayoritarios, el 80% del cobre que utiliza la industria es reciclado y, en el caso del aluminio y el acero, el porcentaje es del 75%. Es decir, más de tres cuartas partes del plomo, cobre, aluminio y acero que se usa procede del reciclaje.

La directora general de la FER explica que mejorar estos datos depende de la demanda. “El metal se puede reciclar indefinidamente sin perder su calidad ni sus propiedades, pero si hay más demanda que material ya disponible es preciso extraer recursos nuevos”, explica García-Franco.

El directivo de e-distribución señala que “ya es económicamente más viable utilizar metales reciclados que extraer nuevos recursos, en muchos casos”. En concreto, reciclar aluminio en lugar de optar por la extracción supone un ahorro energético del 95%, según datos de la Oficina Internacional del Reciclaje (BIR, por sus siglas en inglés). En el cobre, el ahorro es del 85%; en el hierro y el acero, del 74%; y, en el plomo, del 65%. Para que se hagan una idea: al reciclar una lata de aluminio se ahorra la energía suficiente para hacer funcionar un televisor durante unas tres horas o bien para hervir suficiente agua para 20 tazas de té.

También supone una importante reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales gases causantes del calentamiento global. “Por cada tonelada de aluminio producido, se evita la emisión de 3,54 toneladas de CO₂”, afirma García-Franco. Para el cobre, el ahorro es de 0,81 toneladas por tonelada; para los materiales férricos, de 0,97 toneladas; y, para el plomo, de 1,61 toneladas.

1.4 Beneficios de reciclar los plásticos y los metales

Ahorro de energía: La fabricación a partir de envases reciclados, supone un ahorro energético del 84% en el caso de los plásticos, del 95% en las latas aluminio y del 75% en las latas de acero, con respecto a la fabricación a partir de materiales vírgenes.

Reducción de las necesidades de materia prima: Por cada tonelada de envases plásticos reciclados se ahorra en torno 1 tonelada de petróleo. Por cada tonelada de aluminio reciclado, se ahorra 6 toneladas de bauxita (elemento a partir del cual se hace el aluminio).

Ahorro de recursos: Con todos los envases reciclados se podría abastecer a la industria de la fabricación de plástico en casi el 9% de los recursos que se necesitan.

Mejora de la calidad del aire al reducir su contaminación: El reciclaje del aluminio representa una disminución de las emisiones en 9,8 toneladas de CO₂ y 64kg SO₂.

Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero. Descenso de los residuos destinados a incineración. Reducción de residuos que acaban en vertedero.

El reciclado de los metales permite ahorrar mucha energía, reducir el consumo de recursos (petróleo) y las emisiones GEI y mejorar el aire. (<http://www.lavanguardia.com/natural>).

Por 1 tonelada de residuos que generamos (cada vez más): Se ahorra 1 tonelada de petróleo (por tonelada de plástico). Por 1 tonelada de botellas de plástico PET presenta un beneficio neto en gases de efecto invernadero de 1,5 toneladas de CO₂ equivalentes. Reciclando 1 tonelada de aluminio se ahorra 6 toneladas de bauxita y 4 toneladas de productos químicos y 14.000 Kwh de electricidad. El reciclado de una lata de aluminio permite ahorrar la energía necesaria para hacer funcionar un televisor durante 3 horas. El reciclado de una botella de plástico PET permite ahorra la energía necesaria para hacer funciona un televisor durante 20 minutos. Reciclando 40 botellas de agua (PET) se puede confeccionar un forro polar. Reciclando 80 latas de refresco se pueden fabricar una llanta de bicicleta (<http://www.ecoembes.es>).

1.5 Descripción de los componentes de los cables eléctricos.

1.5.1 ¿Cómo están compuestos? (ver anexo 5)

Los cables, cuyo propósito es conducir la electricidad por todo tipo de instalaciones, edificios y aparatos, se fabrican generalmente de cobre, un material con excelente conductividad, o de aluminio que, aunque posee menor conductividad es más

económico. Como norma general, los cables cuentan con un aislamiento o cubierta de plástico, termoplástico de PVC (policloruro de vinilo), PE (polietileno) o PCP (policloropreno). El tipo de plástico y grosor dependerá de la aplicación que tenga el cable, así como el grosor mismo del material conductor (<https://www.youtube.com/watch?v=C8rQ3NoML9w>).

Tabla 1.1

| Composición general de los cables eléctricos. | | |
|--|--|---|
| Parte | Función | Material |
| Alma o elemento conductor | . conducir la corriente eléctrica . formado por uno o varios hilos | Materias metálicas: cobre o aluminio |
| Aislamiento | . envuelve al conductor . evitar que la energía eléctrica entre en contacto con las personas y objetos | Materias plásticas: PVC, PE, goma, neopreno, nylon |
| Cubiertas protectoras | . envuelve al aislamiento . protege la integridad del aislante y del conductor contra daños mecánicos y acción de la temperatura, del sol y de la lluvia. | Materias metálicas: acero, latón, cobre o aluminio |

En qué pueden convertirse mediante el reciclaje

El cobre resultante del proceso de molido y clasificación es enviado a fundición para la fabricación de productos semielaborados como: barras, planchuelas o alambres.

Los resultantes de aluminio se envían a fundición para la fabricación de elementos destinados a la construcción como son envases, puertas, ventanas, etc.

El plástico dependiendo de su calidad es enviado a plantas de reciclaje las cuales vuelven a transformarlo en productos, como, por ejemplo, bolsas de residuos, elementos de seguridad vial, entre otros. O bien en el caso que el mismo no sea de la calidad requerida, se le da disposición final en un relleno sanitario.

Cobre (ver anexo 6).

El cobre es un elemento químico que pertenece al grupo de los metales y cuyo número atómico es 29. Este metal de transición (por el lugar que ocupa en la tabla periódica de los elementos) se caracteriza por su brillo y su tonalidad rojiza. Junto con aluminio y el hierro, el cobre es uno de los metales que más se usan. Esto se debe, en parte, a su gran capacidad para conducir la electricidad, que permite que sea utilizado en la fabricación de piezas electrónicas y eléctricas y en la producción de cables. El cobre además es un material maleable y dúctil que nunca pierde sus propiedades mecánicas (<https://elementos.org.es/cobre>).

El cobre en la historia:

Durante miles de años, el hombre primitivo usó casi exclusivamente la piedra. Por medio de ella, conseguía defenderse, atacar y hasta protegerse. Hacia el año 6000 a.C, se produjo un descubrimiento que lo cambiaría todo: el cobre. Su uso se hizo cada vez más común y abarcó unos 4000 años, hasta el 2000 a.c. La Edad del Cobre de acuerdo con los investigadores, la primera Edad del Cobre tuvo su mayor presencia en Egipto. En la península de Sinaí, durante el reinado del faraón Snefru, en el 3800 a.c., se encontraron pruebas de explotación de minas de cobre. Además, se hallaron crisoles para fundición, lo que demuestra que junto con la extracción se realizaba la refinación del mineral. Cuando los egipcios colonizaron algunas regiones de África y del Mediterráneo, expandieron su conocimiento acerca de la utilización del cobre y también del oro. Posteriormente, con el hallazgo de la aleación del cobre con el estaño para producir bronce, surgieron nuevas posibilidades. Quienes primero usaron el cobre advirtieron que el metal podía ser martillado con facilidad y hacer así láminas finas. Con ellas podían crear utensilios y también objetos de ornamentación y para los ritos. Con la introducción del bronce fue factible fundir otras piezas muy variadas y que requerían una mayor resistencia. En el Imperio Romano durante el apogeo del Imperio Romano se realizó un uso intensivo del cobre. A medida que sus legiones se expandían conquistando nuevos territorios, se diseminaban los beneficios del metal. La mayor parte del cobre que empleaban los romanos provenía de la isla de Chipre, que llamaron Cyprium. De allí derivó la palabra latina “cuprum” que a su vez dio origen a Cu, símbolo químico del cobre. Durante la Edad Media, las propiedades del cobre y del bronce como agentes resistentes a la corrosión ayudó a que se los siguiera utilizando en diversos objetos e implementos relacionados con el hogar, la agricultura, la guerra y las pequeñas industrias propias de esa época. Y ese reinado siguió hasta la Revolución Industrial, que se extendió entre mediados del siglo XVII e inicios del XIX (http://www.procobre.org/procobre/acerca_del_cobre/historia_detalle.html).

El cobre y los procesos productivos utilizados para su obtención.

El cobre es un metal noble, no se oxida, no se degrada, no contamina y es reciclable indefinidamente. Este metal recibe las siguientes denominaciones, según el idioma que lo describa: cuprum (latín); bakar (croata); cuivre (francés); rama (italiano); kobber (noruego); kupfer (alemán); cupru (rumano); kupari (finlandés); copper (inglés) y cobre (español y portugués). Entre las principales propiedades del cobre se pueden destacar

las siguientes: alta conductividad eléctrica, alto grado de conductividad térmica, excelente metal para procesos de maquinado (fácil de moldear y cortar), gran resistencia a la corrosión, alta capacidad de aleación metálica, muy buena capacidad de deformación en caliente y en frío, mantiene sus propiedades indefinidamente en el reciclaje y tiene propiedades bactericidas.

El comercio formal de este metal se hace por intermedio de la Bolsa de Metales de Londres en dólares y en lotes de 25 toneladas; el COMEX (Divisions New York Commodities Exchange) de la Bolsa Mercantil de Nueva York cuyos negocios se hacen sobre la base de lotes de 25.000 libras cotizados en centavos de dólar y la Bolsa de Metales de Shanghai donde se comercia en lotes de cinco toneladas cotizados en renminbi.

El cobre es denominado comúnmente "metal rojo" por su color rojo intenso y atractivo y su utilización puede ser de forma pura o en aleación con otros metales. En forma pura sirve para fabricar una amplia gama de productos como cables y tuberías, en forma de aleación el cobre es empleado en diversos usos industriales combinado con otros metales (las propiedades del cobre son transmitidas a las aleaciones que lo utilizan), como zinc, estaño, plata, plomo, sílice, berilio, hierro, aluminio, entre otros metales. Las dos aleaciones más importantes conocidas desde la antigüedad son el bronce (combinación cobre-estaño) y el latón (combinación cobre-zinc). El cobre, tal como se indicó anteriormente, presenta propiedades que lo hacen muy utilizable en varias industrias, pero en especial en industrias emergentes y de alto impacto (por ejemplo, atendiendo a su alta conductividad térmica y eléctrica y su nulo magnetismo, el cobre es ideal para la transmisión de datos, sonidos e imágenes en el área de las telecomunicaciones). La producción del cobre deja algunos subproductos que pueden ser comercializados en forma separada. En el caso de Chile, el principal subproducto que se obtiene de la producción del cobre es el molibdeno, este ha venido teniendo gran importancia comercial en los últimos años por cuanto es un elemento metálico utilizado como materia prima para aceros especiales y algunas otras aleaciones a las cuales aporta resistencia a la temperatura y a la corrosión, durabilidad y fortaleza. La obtención del cobre es compleja y requiere de una serie de procesos para dejarlo en condiciones de ser comercializado, esto porque a diferencia de otras materias primas que se encuentran concentradas -como el caso del petróleo, por ejemplo-, el cobre se encuentra de manera dispersa en grandes áreas, mezclado con una gran cantidad de

sales y otros elementos mineralógicos además de roca estéril. Estos compuestos que contienen cobre deben ser tratados debidamente para separar el metal del resto de los minerales y se clasifican en dos grupos de acuerdo con su composición química: (a) minerales sulfurados (con alto contenido de azufre) y (b) minerales oxidados (con elevado contenido de óxido de carbono). Los minerales sulfurados más representativos son: malaquita, calcantita, atacamita y cuprita. Por su parte, los minerales oxidados más representativos son: calcosina, calcopirita y bornita. El porcentaje de cobre presente en estos minerales es conocido por los especialistas como "Ley del cobre" y su valor es variable (por ejemplo, si la ley fuese 1,2% significa que por cada mil kilos o tonelada métrica de mineral hay 12 kilos de cobre fino). En los yacimientos mineros de Chile esa ley fluctúa de 1 a 1,8 por ciento según los estudios geológicos que la determinan. Cuanto menor es la ley, menor es la cantidad de cobre contenido en el material mineralógico explotado en las minas, por esta razón gran parte de este material constituye desecho y se acumula en lugares especiales denominados botaderos una vez que el cobre ha sido debidamente separado. La dispersión con que aparece el cobre hace necesario someter los minerales extraídos (sean estos sulfurados o minerales oxidados) a procesos productivos con el fin de obtener un metal puro. Estos dos tipos de minerales requieren de procesos productivos diferentes, pero en ambos casos, el punto de partida es el mismo, es decir, la extracción del material mineralógico desde las minas a cielo (rajo) abierto (minas que se operan en la superficie) o subterráneas (minas que se operan en túneles subterráneos), lo que requiere la fragmentación (reducción de su tamaño) y el transporte del material mineralógico identificado en los estudios geológicos realizados en la etapa previa de exploración (<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000200008>).

Aluminio(ver anexo 7).

El aluminio (Al) es el tercer elemento más abundante en nuestro planeta, después del oxígeno y el silicio, constituye más del ocho por ciento de la corteza terrestre, sin embargo, es costoso de obtener en su forma pura, por la gran afinidad con otros elementos con los que puede formar complejos. En condiciones normales, este metal se encuentra formando compuestos químicos estables en forma de fosfatos o silicatos, sin embargo, cuando el pH del suelo se acidifica, el aluminio se convierte a la forma soluble como Al^{3+} y en estas condiciones está en una forma química que

puede ser absorbida por las células vivas. El Al fue aislado en 1825 por el químico danés Hans Christian Oested. Hace más de 150 años, Julio Verne lo describió como un metal blanco como la plata, pero ligero como el cristal. En aquel entonces, ya se veía al aluminio como una solución técnica del futuro. Una industria que sencillamente no podría vivir actualmente sin aluminio es la aeronáutica, ya que representa alrededor del 90% de los metales presentes en una aeronave, debido a su ligereza, a que no se corroe y a su maleabilidad. En nuestros tiempos, es difícil pensar en vivir en un mundo en el que día a día los seres vivos no estén expuestos a este metal. Las propiedades físicas y químicas del aluminio son excepcionales: es ligero, fuerte, impermeable maleable y resistente a la corrosión. Tiene otro atractivo adicional: se puede reciclar fácilmente sin perder sus cualidades. Además, puede tener variados usos: conservador en diferentes tipos de alimentos, en vacunas, en productos de aseo cotidiano, como pastas dentífricas, desodorantes, así como elemento en algunas preparaciones farmacéuticas. Sin embargo, el uso indiscriminado de este metal que en condiciones normales estaría solamente involucrado en un ciclo no abiótico en la corteza terrestre ha ocasionado que se cree un ciclo biótico con prácticamente todos los seres vivos (Hernández, 2004).

El reciclaje del aluminio es un proceso mediante el cual, los desechos de aluminio pueden ser convertidos en otros productos tras su utilidad primaria. Este proceso implica simplemente refundir el metal, lo cual es mucho más barato y consume mucho menos energía que la producción de aluminio a partir del electrólisis de la alúmina (Al_2O_3), la cual primero tiene que extraerse de la mina de bauxita y después ha de refinarse usando el proceso Bayer. Reciclar aluminio desechado requiere solamente el 5% de la energía que se consumiría para producir aluminio de la mina. Por este motivo, aproximadamente el 31% de todo el aluminio producido en los Estados Unidos viene de chatarra reciclada. Fue una práctica común desde principios del siglo XX, y se usó con mucha frecuencia durante la Segunda Guerra Mundial, por lo que el reciclaje del aluminio no es una nueva tendencia. De todas formas, hasta finales de los años 1960, fue una práctica minoritaria, cuando la popularidad del aluminio creció exponencialmente debido al uso de las latas de refresco, que propició la conciencia del reciclaje del aluminio. Las fuentes de las que se toma el aluminio para su posterior reciclaje incluyen aeronaves, automóviles, bicicletas, botes, ordenadores, material de menaje, canalones, frisos, cables, y otros muchos productos que requieren un material

ligero pero fuerte, o un material con alta conductividad térmica. Ya que el reciclaje no daña la estructura del metal, el aluminio puede ser reciclado indefinidamente y ser usado para producir cualquier producto que hubiera necesitado aluminio nuevo (https://es.m.wikipedia.org/wiki/Reciclaje_de_aluminio#cite).

Plásticos

Historia del plástico

La invención del plástico revolucionó la industria humana para siempre. Inicialmente se desarrolló a finales del siglo XIX como un sustituto del marfil para crear bolas de billar, por el norteamericano John Weasley Hyatt, quien pudo sintetizar un celuloide disolviendo celulosa vegetal en alcanfor y etanol. Años después, en 1909, Leo Hendrik Baekeland logró un polímero a partir de fenol y formaldehído, que fue el primer plástico sintético de la historia, conocido aún como “baquelita”. Se considera esto como el inicio de la “era del plástico” que tuvo su auge en el siglo XX, cuando se inició la exploración de resinas plásticas y su posterior aplicación a prácticamente todos los campos de la industria. Diez años después, en 1919, se descubrió la composición macromolecular del plástico gracias a los estudios del alemán Hermann Staudinger (Ondarse, 2021).

Proceso de reciclaje de los plásticos de los cables

Casi todos los materiales se pueden reciclar: vidrio, cartón, plástico, pilas, componentes electrónicos, etc. Sin embargo, hay objetos con los que nos pueden surgir dudas sobre cómo conseguir reciclarlos. Uno de estos objetos que comentamos es el plástico de los cables. Vivimos rodeados de ellos, pero poca gente sabe si se pueden reciclar y aprovechar su material. El plástico y los materiales poliméricos desde que se descubrieron han sido utilizados con gran frecuencia como materiales aislantes. Entre todos ellos, el PVC ha sido el tipo de plástico más utilizado para el aislamiento de cables. Sin embargo, debido al impacto medioambiental que producía se han diseñado otros tipos de plásticos igual de eficaces y más ecológicos. Es por eso que los nuevos cables son libres de halógenos y se basan en polietileno (<https://www.iber-recycling.com/proceso-reciclaje-plasticos-cables>).

Importancia del reciclaje de las materias plásticas

Los plásticos no son biodegradables, no se disuelven en el agua, ni se pudren. Esto es a la vez una ventaja y un inconveniente: al no descomponerse no liberan ningún producto nocivo, pero en fin de vida se acumulan en los vertederos sin desaparecer.

Además, a causa de sus ligerezas, son muy sensibles al viento; entonces pueden contaminar las aguas y los suelos. Hoy en día, las materias plásticas representan 7 % de la masa total de las basuras (www.wikipedia.com) y su depósito en vertedero no es una solución apropiada: Entre los numerosos residuos plásticos a reciclar, nos interesamos por el PVC porque es el elemento mayoritario de nuestro residuo. En los vertederos, el PVC puede emitir sustancias nocivas como los di-fenilos poli clorados que van en las aguas y los suelos. Así, el depósito en vertedero no es una solución adecuada. Cuando está incinerado, puede liberar furanos, ácido clorhídrico y dioxinas altamente cancerígenos. Entonces, la utilización del valor energético del PVC tampoco es una solución satisfactoria. Durante su producción, los aditivos y los co-productos añadidos al PVC pueden esparcirse en las aguas subterráneas, los suelos y el aire. Aunque estas sustancias se descomponen de manera parcial en el medioambiente, pueden dar origen a otros productos eco-tóxicos. La recuperación y el reciclaje de productos de PVC en fin de vida procura no producir y esparcir más sustancias tóxicas en el medioambiente (Hazardous, 2007).

Reciclaje del residuo plástico procedente de cables eléctricos

Hoy en día, el material aislante (mezcla de PCV, PE y elastómeros) de los cables eléctricos suele estar enviado al vertedero. Eso conlleva un importante impacto medioambiental, además de dar a esta fracción mixta de polímeros un valor negativo.

Cables de PE con revestimiento de polietileno

Los cables con revestimiento de polietileno ofrecen una buena resistencia a aceites, agua, productos químicos y abrasiones, lo que los hace comunes en la industria pesada. Este material termoplástico se conoce como PE, u ocasionalmente como los compuestos más específicos MDPE (polietileno de densidad media) y HDPE (polietileno de alta densidad), y se puede encontrar en cables de baja tensión, media tensión y alta tensión debido a su alta fuerza dieléctrica. Comúnmente indicados para aplicaciones externas, los cables PE pueden asentarse en los conductos de cables, incluidos aquellos que se cubren de agua. Los cables de media tensión con revestimiento de PE a menudo están disponibles con capas adicionales de bloqueo de agua para una protección adicional en dichas circunstancias. El entierro directo también es aplicable como método de instalación cuando se considere apropiado según las Regulaciones de Cableado vigentes. Cuando se aplica a la instrumentación y a los cables de datos, el revestimiento de PE suele denominar los cables 'grado de

conducto'. Los cables son generalmente de color negro y resistente a los rayos UV, aunque esto debe confirmarse con las hojas de datos técnicos individuales si se requiere específicamente o en un lugar donde los cables están sujetos a temperaturas solares elevadas. Las ventajas del polietileno como material de revestimiento de cables deben equilibrarse con su rendimiento en caso de incendio. Cuando se quema, emite humo espeso y gases halógenos y puede no auto extinguirse dentro de los parámetros de la prueba de llama vertical (<https://www.elandcables.com/es/electrical-cable-and-accessories/cables-by-type/pe-cables>).

Características del PVC(ver anexo 8).

El PVC (policloruro de vinilo) es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Proviene del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). Es con diferencia el plástico con menos dependencia del petróleo. Su principal propiedad: un material NO conductor eléctrico y térmico, es decir, un aislante natural. No conductor de ondas sonoras y por su morfología un buen amortiguador de ondas sonoras. Se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo, cuya fabricación se realiza a partir de cloro y etileno. Es un material ligero y químicamente inerte e inocuo. Gracias a ello, es muy utilizado con diversos usos en la industria sanitaria y alimentaria. Pertenece a la familia de los termoplásticos, es decir, bajo la acción del calor (140 a 205°C) se reblandece pudiendo moldearse fácilmente; cuando se enfría recupera la consistencia inicial conservando la nueva forma. Durante todo su ciclo de vida útil, el PVC ni se oxida ni se corroe lo que reduce los costes de mantenimiento y sustitución. Tiene una alta resistencia al choque. Más del 65% de las aplicaciones de PVC tienen una vida útil muy larga, pudiendo alcanzar los 100 años. Durante la producción el PVC demanda menos energía que la mayoría de los materiales alternativos. Es destacable su resistencia al fuego y autoextinguible. Su composición molecular hace de él un material intrínsecamente ignífugo, no propaga la llama, no gotea, se quema a temperaturas más elevadas que muchos materiales alternativos y, en condiciones normales, dejará de quemarse en cuanto se le retire la fuente de calor. Permite ser reciclado. A diferencia de la madera, el PVC, con un proceso adecuado, permite reincorporar el material reciclado al proceso productivo (<https://www.kommerling.es/arquitectura-sostenible/pvc>).

El consumo de PVC ha llegado a superar los 35 millones de toneladas al año. No obstante, esta enorme producción ha traído como consecuencia una gran expansión

de residuos, con lo cual su eliminación en términos ambientales ha adquirido una creciente importancia en la industria transformadora del plástico. Hasta hace unos años la vía más sencilla para la eliminación de desechos de plástico era la de los vertederos. Pero esta alternativa ha comenzado a ser cada vez menos viable debido a la disminución de las áreas disponibles para el vertedero, además del costo que genera. Otra alternativa es la incineración, la cual se lleva a cabo junto con otros residuos sólidos urbanos. Esta última vía ha sido tema de controversia, ya que mientras algunos estudios señalan que la combustión de residuos de PVC no conlleva daños al medio ambiente, otros estudios indican que no siempre se pueden controlar las emisiones, incrementando la posibilidad de riesgos ambientales asociados con el cloruro de hidrogeno. En la actualidad la ruta más adecuada es el reciclado mediante la recuperación del PVC. Según estudios recopilados el reciclaje de este polímero ha aumentado notoriamente en los últimos años, y hoy en día un tema de creciente interés para varios trabajos de interés. A pesar de que en la actualidad existen numerosos métodos y técnicas para el reciclado de plásticos, algunas de estas técnicas no llegan a ser del todo favorables para el reciclado del PVC, debido principalmente a la presencia de cloro en su estructura. En particular el vertido y el compostaje no son los métodos más adecuados debido a los riesgos que podría suponer la degradación oxidativa del PVC para el medio ambiente. La incineración y la pirolisis también pueden llegar a ser contraproducentes a causa de las grandes cantidades de cloruro de hidrogeno y otros productos tóxicos que se liberan durante la calcinación. Por lo anterior los métodos de reciclado químico y mecánico son los que han dado hasta el momento los mejores resultados. El método de reciclado químico se basa en la descomposición del material para obtener monómeros con los cuales, a partir de un proceso de polimerización, se obtienen nuevos materiales y/o productos. El reciclaje químico puede realizarse mediante diversas técnicas de procesado (despolimerización por hidrogenación, disolución, solvolisis) siendo la disolución el proceso que se utiliza mayoritariamente en el reciclado del PVC. El método de reciclado mecánico es un proceso físico que, por lo general, se lleva a cabo cuando se conoce la formulación del material (generalmente en un proceso petroquímico), y cuando se conoce la procedencia de los residuos sólidos urbanos (materiales post consumo) muy importante en el caso del PVC. Los procesos convencionales de reciclado mecánico implican la limpieza, la separación la molienda

y la transformación, y no conllevan ningún cambio en la composición química del material. En el caso que se conozca la formulación del material, las etapas de limpieza y separación no suelen ser necesarias. El volumen de los residuos de PVC a reciclar, la calidad y el costo de la ordenación y separación de los materiales son algunos de los factores más importantes que determinan el costo final del PVC reciclado mecánicamente. Es sabido que la falta de homogeneidad, debido a la presencia de otros materiales termoplásticos y aditivos que contienen los residuos de PVC, es uno de los problemas a considerar dentro del reciclado mecánico, ya que da lugar a un material difícil de procesar y con fases no miscibles que conllevan complicaciones ya sea al momento del reprocesado o bien durante el proceso de transformación (Franco, 2014).

1.6 Deficiencias presentadas en la Empresa Recuperadora de Materias Primas de Holguín para la separación de la cubierta y el núcleo de los cables eléctricos.

El reciclaje de la chatarra implica abarcar tanto el medio social como el medio natural. Las empresas de materias primas en nuestro país conllevan a la importante tendencia ecológica implicada en este tipo de práctica. Hoy en día son populares las tendencias relativas al cuidado del medio ambiente y quizás, en un futuro gracias a ellas, la sociedad se vuelva más responsable en su relación con nuestro planeta. En la actualidad existen personas y organizaciones que dedican su esfuerzo a proteger y difundir una cultura ecológica por medio de técnicas que han demostrado ser de las más eficientes entre ellas se destaca el reciclaje, que ha pasado de ser un esfuerzo por revertir los daños ambientales a convertirse en un negocio sumamente rentable. Una de las actividades dentro del reciclaje de metales, es el proceso de separación del forro que envuelve el cable metálico. Se busca tecnificar el proceso actual, para reducir tiempos y disminuir contaminación y accidentes, los cuales se presentan en estos momentos por ser un proceso manual y que puede generar contaminación requiriendo de al menos 6 trabajadores para llevarlo a cabo. En la Empresa Recuperadora de Materias Primas de Holguín no se cuenta con maquinaria para el proceso de pelado de cable de cobre y aluminio, por lo tanto, realizan el proceso de una manera manual y muy rudimentaria. Existen dos procesos para el retiro del p.v.c, el primer proceso manual y por quema a cielo abierto, lo cual genera contaminación,

CAPÍTULO II. PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA PLANTEADO.

2.1 Introducción

El proyecto se orienta hacia la solución de varios problemas: el primero es terminar con la pérdida de tiempo que hasta ahora se precisaba para desprender el recubrimiento aislante del conductor de electricidad, normalmente de cobre o aluminio, pero también solucionar el inconveniente de la engorrosa manipulación de las herramientas consistentes en tenazas peladoras de cable conocidas en el estado de la técnica. Las mejoras estarán en capacidad de proporcionar un sistema cómodo, sencillo y rápido de pelar los cables eléctricos sin necesidad de exponer al operario a posibles accidentes de operación. En resumen, las ventajas que ofrecerá este proyecto sobre el estado de la técnica son las siguientes: ahorro de tiempo en la ejecución del pelado, y menor costo de mano de obra. Máxima rapidez y sencillez de manipulación. En conclusión, la empresa necesita una máquina de pelar cables para poder solucionar estos problemas.

2.2 Métodos utilizados actualmente para el pelado de cables en la Empresa Recuperadora de Materias Primas Holguín

Durante las últimas décadas, la producción y comercialización de cables eléctricos se ha incrementado, razón por la cual, se generan materiales de cables eléctricos de desecho o de reciclaje, presentándose acumulación, y contaminación.

Se usan para conducir electricidad y se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que, aunque posee menor conductividad es más ligero para la misma capacidad y típicamente más económico que el cobre. Constituyen estos dos metales, elementos comercializados por la Empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín (ERMP Holguín), dentro del grupo de metales no ferrosos.

Ambos metales son comercializados tanto en el mercado nacional, como internacional, en este último mediante la empresa DESEQUIP, de ahí que la recuperación de los mismos conlleve a la sustitución de importaciones, marcando una gran importancia en el desarrollo económico de nuestro país.

Actualmente en esta empresa se procesa el cable eléctrico mediante la descontaminación manual, ya sea a través de cortes realizados por cuchillas o la quema de los mismos, para de esta forma retirar el material no útil.

2.2.1 Descontaminación manual Pelado



Figura 2.1 imagen tomada en la empresa

Como se observa en la siguiente imagen las condiciones de trabajo en estos momentos son pésimas, los obreros no cuentan prácticamente con ningún sistema de seguridad a la hora de pelar los cables. Este es un método muy rudimentario y peligroso pudiendo ocasionar daños severos a los trabajadores: aparte de poder cortarse con los cuchillos y machetes, este tipo de cables en particular cuenta además del recubrimiento polimérico con otro metálico el cual puede ocasionar heridas a la hora de separarlo ya que es de un espesor muy fino. Por otra parte, como se evidencia tienen que participar casi todos los obreros del área de no ferrosos, atrasándose así en otras tareas de gran importancia. Al tener que ser necesaria la participación de todos los obreros del área este proceso no se puede hacer diariamente, debido a las otras tareas que se realizan, y aunque precisan de menos mano de obra que esta es imposible hacer todo al mismo tiempo. En mi opinión la pela manual no es para nada una solución económica ni amigable con la producción y eficiencia de la empresa.

Incineración

La recuperación térmica de los cables eléctricos consiste en la quema a la intemperie de los recubrimientos de plástico de cables e hilos eléctricos, para recuperar cobre y aluminio usado y otros componentes. Se trata de un proceso que requiere mano de obra, y suele ser una actividad ya sea individual o a pequeña escala, sin medidas para reducir las emisiones al aire. Esta quema se suele realizar en bidones o directamente en el suelo. No se controla la temperatura ni se emplean medios de adicionar oxígeno para lograr la combustión completa de los compuestos de plástico.

La recuperación térmica de los cables de cobre y aluminio libera varios contaminantes, además de PCDD/PCDF, como el monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), hidrocarburos aromáticos poli cíclicos, cloruro de hidrógeno, metales pesados y cenizas. La incineración es incompleta debido a las bajas temperaturas de incineración (250 °C a 700 °C), por lo que se generan hidrocarburos y material particulado. Durante el proceso se liberan estabilizadores de plomo, que suelen contener las matrices de polímero de PVC del revestimiento de plástico de los cables. También se libera plomo adicional al quemar los cables revestidos de plomo. Los contaminantes son emitidos al aire, agua y suelo



Figura #2.2 imagen tomada en la empresa

Emisiones de PCDD/PCDF al aire La incineración incompleta de plásticos clorados provoca la generación de PCDD/PCDF. Los revestimientos de plástico de los cables están mayormente compuestos de cloruro de polivinilo (PVC).

“Durante la combustión se forman varias especies de hidrocarburos en forma de anillo (conocidas como ‘precursores’), como productos de reacción intermedios. Si hay presencia de cloro, estas especies pueden reaccionar entre sí para formar PCDD/PCDF. Los precursores más comúnmente identificados son los clorobencenos, clorofenoles y bifenilos policlorados. Pueden también formarse PCDD/PCDF por la reacción de moléculas orgánicas complejas y cloro. En diversos estudios se han señalado fuertes correlaciones entre el contenido de cloro y las emisiones de PCDD/PCDF durante las pruebas de combustión” (EPA 1997).

No debe realizarse la recuperación térmica de cables, ya que produce emisiones de PCDD y PCDF. La quema al aire libre no debe considerarse nunca como medio aceptable de tratamiento de desechos. En muchos países se han promulgado normativas y leyes contra de la recuperación térmica de cobre y aluminio de cables en los ámbitos federal, estatal, provincial, territorial y municipal.

2.2.2 Selección de la tecnología para el principio de separación

Tabla 2.1

| Criterio de selección | Incineración | Pelado manual | Máquina de pelar cables |
|---|---------------------|----------------------|--------------------------------|
| Se adapta a varios tipos de cable. | + | - | + |
| Proceso llevado a cabo en armonía con el medio ambiente | - | + | + |
| De fácil manejo | 0 | + | + |
| Bajo consumo de energía. | - | 0 | 0 |
| Su construcción sea con elementos, de gran durabilidad y fácil consecución. | 0 | 0 | 0 |
| Baja emisión de ruido | 0 | 0 | 0 |
| Fácil de trasladar | - | + | 0 |
| Costo bajo de operación | - | 0 | 0 |
| Maquina segura y de calidad | 0 | - | + |
| Positivos | 1 | 3 | 4 |
| Negativos | 4 | 2 | 0 |
| Iguales | 4 | 4 | 5 |
| Total | -3 | 1 | 4 |
| Orden | 3 | 2 | 1 |
| Continúa | No | No | Si |

(BUENO 2008)

Como queda demostrado en la tabla anterior el uso de una máquina de pelar cables es la solución para los problemas existentes en la Empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín. Esto nos lleva a la propuesta para que se realice un

diseño de dicha máquina que cumpla con todos los parámetros necesarios para una buena obtención del núcleo y el recubrimiento de estos cables, basándonos en las maquinas existentes actualmente en el mercado internacional.

Resultado de proceso manual vs proceso automatizado.

Tabla 2.2

| Tiempo Requerido | Proceso De Pelado | |
|------------------|------------------------------------|---|
| | Manual Considerando 6 trabajadores | Automatizado Considerando una máquina con un solo calibre |
| 1 segundo | 0.11 m | 1 m |
| 1 minuto | 6.6 m | 60 m |
| 1 hora | 400 m | 3600 m |
| 2 horas | 800 m | 7200 m |

(Rendón 2016)

Esta tabla nos muestra la comparación entre una máquina y 6 trabajadores pelando cables eléctricos, en donde queda demostrado que la máquina de pelar cables supera en casi un 90 por ciento a el pelado manual evidenciando una vez más le necesidad del diseño de esta maquinaria.

2.3 Maquinas disponibles en el mercado.

➤ MAQUINA PELA CABLES “CAB 260”

Maquina pelacables monofásica, para el pelado de cables de cobre y aluminio. Modelo muy versátil para todo tipo de cables. Guía especial para cables finos. Pelacables muy robusta.

Maquina pelacables para cables desde 2 hasta 60 mm.

Precio:1.150 € /unidad

Separación del cobre aluminio, de la envoltura de plástico de cables eléctricos nuevos o usados-Máquina muy potente y versátil para todo tipo de cables

Características Técnicas:

- 1,1 kW, monofásico, 220 V /50 Hz
- Cable eléctrico de 2 a 60 mm diámetro
- Producción: 18 m/min
- Fácil y rápido ajuste de la cuchilla mediante volante superior
- Entrada especial para cables entre 2 y 10mm
- Rodillo de presión para cables de hasta 60 mm
- Peso máquina: 60 Kgs

•Medidas: 330x400x540 (h)mm



Figura2.3 Maquina CAP 260 España

Disponible en <https://www.solostocks.com/venta-productos/maquinaria-equipamiento-tratamiento-residuos/otro-equipamiento-tratamiento-residuos/maquina-pelacables-para-cables-desde-2-hasta-60-mm-7922041>

➤ **MÁQUINA PELACABLES MODELO T.I.P3**

El modelo T.I. P3 es una máquina de gran fiabilidad, especialmente diseñada para el reciclaje de cobre y aluminio procedentes de cables de conducción eléctrica de entre 2 y 90 milímetros de diámetro exterior. Este equipo ha sido fabricado con los estándares de calidad y seguridad más rigurosos, cumpliendo con la normativa vigente de Seguridad en Máquinas de la Unión Europea (Marcado CE). Se trata de una máquina de fácil funcionamiento y de gran producción y fiabilidad. Nuestros clientes han llegado a tener producciones anuales de 2.000 toneladas de cable procesado con una única unidad, sin tener que sustituir el juego de cuchillas de corte. Nuestra máquina tiene instalada dos cuchillas circulares, fabricadas en acero rápido y tratadas térmicamente, lo que les proporciona una vida útil insuperable. Otro de los grandes éxitos de esta máquina es la sencillez de su mecánica (no monta elementos hidráulicos), por lo que el mantenimiento es casi nulo. A todo esto, hay que unirle el

hecho de que su consumo eléctrico es muy ajustado (1,5KW), apostando así por la eficiencia energética. Maquinaria Industrial Iglesias, comercializa desde hace más de 20 años los productos que fabrica, directamente, sin intermediarios y siempre maquinaria totalmente nueva.

Figura 2.4 Maquina T.I. P3 inglesa

Características Técnicas:



- Potencia del motor: 1,5 KW.
- Número de cuchillas de corte: 2 Uds.
- Rendimiento: 30 m/min., aplicando una pasada por cada recubrimiento.
- Eje cuchilla superior movable, ajustando según el grueso del cable (volante superior).
- El diámetro de las cuchillas es de 77 mm. y permite cortar una pared de aislante de hasta 12 mm, por cada pasada.
- El movimiento se produce mediante transmisión de engranajes y poleas
- Dimensiones (alto x ancho x fondo): 1.200 mm. X 550 mm. X 700 mm.
- Peso: 170 Kg.
- Alimentación: Monofásica a 220 voltios o Trifásica a 380 voltios. Frecuencia 50Hz. - 60Hz.
- Precio: 1.500 € /unidad

- Mantenimiento: Muy sencillo, engrasar periódicamente los piñones de cadena y engranajes (grasa en spray), quitando previamente las tres protecciones.

Enlace vídeo demostrativo de la Máquina Pelacables modelo T.I.P3:
<https://youtu.be/E5ZvixWtiqo>

➤ **PELACABLES KAB-V**



Figura2.5Maquina KAB-V Alemana

Es la peladora de cable sobre mesa más profesional y versátil que existe, con un mecanismo que posibilita la doble peladura. Mediante una palanca se puede cambiar fácilmente la posición de las cuchillas de corte, de esta manera los cables de PVC y goma se pueden pelar con facilidad. La peladora KAB-V cuenta con una función de ajuste de precisión independiente para poder procesar hasta los cables más finos de núcleo individual. La combinación de su bastidor de servicio pesado junto con su potencia de 1,5 KW, la convierten en la peladora sobremesa más poderosa y versátil de su categoría

Fácil de usar

Uso en cualquier ubicación

Máxima seguridad

Bajos costos de mantenimiento

Aprobado por la CEE con circuito separado de parada de emergencia.

Precio: 3.500 € /unidad

Características técnicas

Potencia total instalada: 220 volt

Capacidad de corte: cables desde 1mm hasta 60mm de diámetro

Dimensiones: 600x400x550mm

Peso: 75 kg

Velocidad de corte: máxima 15 m/min

- **Comparación entre las maquinas propuestas**

Tabla 2.3

| Características | Máquinas de pelar cables | | |
|---|---|--|---|
| | CAB 260 | T.I.P3 | KAB-V |
| Alimentación | monofásico, 220 volt | Monofásica a 220 volt o Trifásica a 380 volt | 220 volt |
| Capacidad de corte | cables desde 2mm hasta 60mm de diámetro | cables desde 2mm hasta 90mm de diámetro | cables desde 1mm hasta 60mm de diámetro |
| Dimensiones | 330x400x540mm | 1.200x550x700 mm. | 600x400x550mm |
| Peso | 60 Kg | 170 Kg. | 75 Kg |
| Velocidad de corte | 18 m/min | 30 m/min | máxima 15 m/min |
| potencia del motor | 1,1 kW | 1,5 KW. | 1,5 KW |
| Precio | 1.150 € /unidad | 1.500 € /unidad | 3.500 € /unidad |
| Orden según las necesidades de la empresa | 1 | 3 | 2 |

Según queda demostrado en la tabla anterior la maquina CAB260 es la más idónea para la empresa de recuperación de materias primas de Holguín debido en primer lugar, que los cables suministrados a la empresa en su mayoría son de 2 a 60 mm de diámetro y todas sus características en genera corresponden con las necesidades de la empresa, tomando como referencia su inferior precio en comparación con las otras propuestas es mucho más económica. Este modelo se está implementando en la Empresa Recuperadora de Materias Primas de Ciego de Ávila donde ha cumplido con todos los requisitos de dicha planta siendo esta máquina la más factible para las condiciones de nuestro país.

Este proyecto realizado por la universidad en conjunto con la Materias Primas tiene como principal objetivo la sustitución de importaciones y el desarrollo ingenieril con nuestros propios recursos por tanto aunque la maquina CAB260 sea perfecta para

nuestra empresa se debe de buscar la forma de tener nuestro propio prototipo, a través de un diseño realizado por un continuante de esta tesis el cual con esta máquina de referencia logre mejorar las condiciones de trabajo actuales con un costo de producción muy bajo. O sea, la maquina a diseñar será prácticamente ganancias para nuestra economía, debido a que se propone que su futura fabricación sea de materiales reciclados.

2.4 Propuesta para un diseño de máquina de pelar cables

2.4.1 Parámetros necesarios para el diseño

Tabla 2.4

| | | |
|----|--|-------------------|
| 1 | Que la maquina sea fácil de usar | Funcionamiento |
| 2 | Que la maquina sea pequeña | Ergonomía |
| 3 | Que su mantenimiento y partes sean de fácil consecución | Mantenimiento |
| 4 | La máquina debe procesar variedad de tipos de cables | Funcionamiento |
| 5 | El proceso llevado a cabo no debe generar impacto ambiental | Funcionamiento |
| 6 | Que tenga un bajo consumo de energía | Bajo costo |
| 7 | El costo de operación de la maquina debe ser bajo | Bajo costo |
| 8 | Las piezas de construcción deben ser fácil de cambiar | Mantenimiento |
| 9 | La máquina debe tener un ciclo de vida alto | Ciclo de vida |
| 10 | Baja emisión de ruido | Salud ocupacional |
| 11 | Que la maquina sea segura y de calidad | Confiabilidad |
| 12 | Que se garantice la buena separación del recubrimiento y el núcleo de los cables | Funcionamiento |
| 13 | Que sea resistente a golpes | Robustez |
| 14 | Que el agua no afecte su funcionamiento | Confiabilidad |

(BUENO 2008)

2.4.2 Características que se deben de tener en cuenta al realizar el diseño

Descripción de la funcionabilidad de la máquina.

Esta máquina deberá trabajar con un proceso electromecánico que permitirá realizar la técnica de pelado de una forma segura, rápida y de fácil maniobrabilidad. La operación de pelar cables va a depender del número de revoluciones al que va a estar girando el eje de transmisión, el movimiento rotatorio será dado por el motor eléctrico. Del mismo modo, la compresión y corte del material a trabajar estarán sujetos a poleas, rodillos, y cuchillas de corte, que estarán acopladas en la estructura de la máquina, la compresión y corte del material va a estar sujeto a una baja velocidad, de tal manera de que el proceso se culmine con buenos resultados. Gracias a las fuentes de información, citas bibliográficas, y las expectativas de personas conocedoras del

tema y esta tesis como pie de partida, podrán dar inicio al desarrollo del diseño de la máquina peladora de cables, utilizando herramientas de diseño, las cuales permitirán establecer el funcionamiento y acoplamientos de los diferentes dispositivos ensamblados en la máquina, los tipos de materiales a emplear, costos, potencia a emplear, etc. La técnica de pelar cables eléctricos, es un proceso del cual se separa el aislante del material conductor, esta técnica se realiza a través de rodillos de compresión y cuchillas redondas de corte acoplados sobre un eje que permite el movimiento rotacional estos dispositivos están sometidos a la potencia transmitida por el motor eléctrico y regula por poleas las cuales reducirán la velocidad. La máquina realizara la operación de corte y separación del aislante, los respectivos cortes del material aislante estarán sujetos a los diámetros de cada material, la cuchilla de corte será acoplada por el operario ajustando el equipo de acuerdo a la profundidad de penetración asegurando las necesidades presentadas durante la ejecución del proceso.

Características técnicas.

Dimensiones (alto x ancho x fondo): 1.200 mm. X 550 mm. X 700 mm.

Peso: 270 Kg.

Alimentación: Monofásica a 220 voltios o Trifásica a 380 voltios. Frecuencia 50Hz. - 60Hz.

Rendimiento: 25 m/min

Número de cuchillas de corte: 6 Uds.

El diámetro de las cuchillas es de 96 mm. y permite cortar una pared de aislante de hasta 12 mm, por cada pasada.

Árbol de las cuchillas superiores movable, ajustando según el grueso del cable (volante superior).

El movimiento se produce mediante un motor reductor helicoidal sinfín corona.

Potencia del motoreductor 1.3 kW, relación de transmisión 40:1 con una velocidad de salida de 62 RPM y un par de 196 Nm.

motor 1750 RPM

Para garantizar la seguridad del personal que la opera debe de tener por el frente una tapa con agujeros para introducir los cables. Por el lateral y posterior guarderas, así como una cubierta de las poleas de transmisión.

Utilización e importancia

La máquina será empleada para descontaminar el elemento a comercializar, alcanzando así una mayor efectividad, reducción de la emisión de contaminantes, mayor seguridad de operación, reducción de accidentes laborales, incrementando la generación de valor agregado del producto y el cuidado y conservación del medio ambiente.

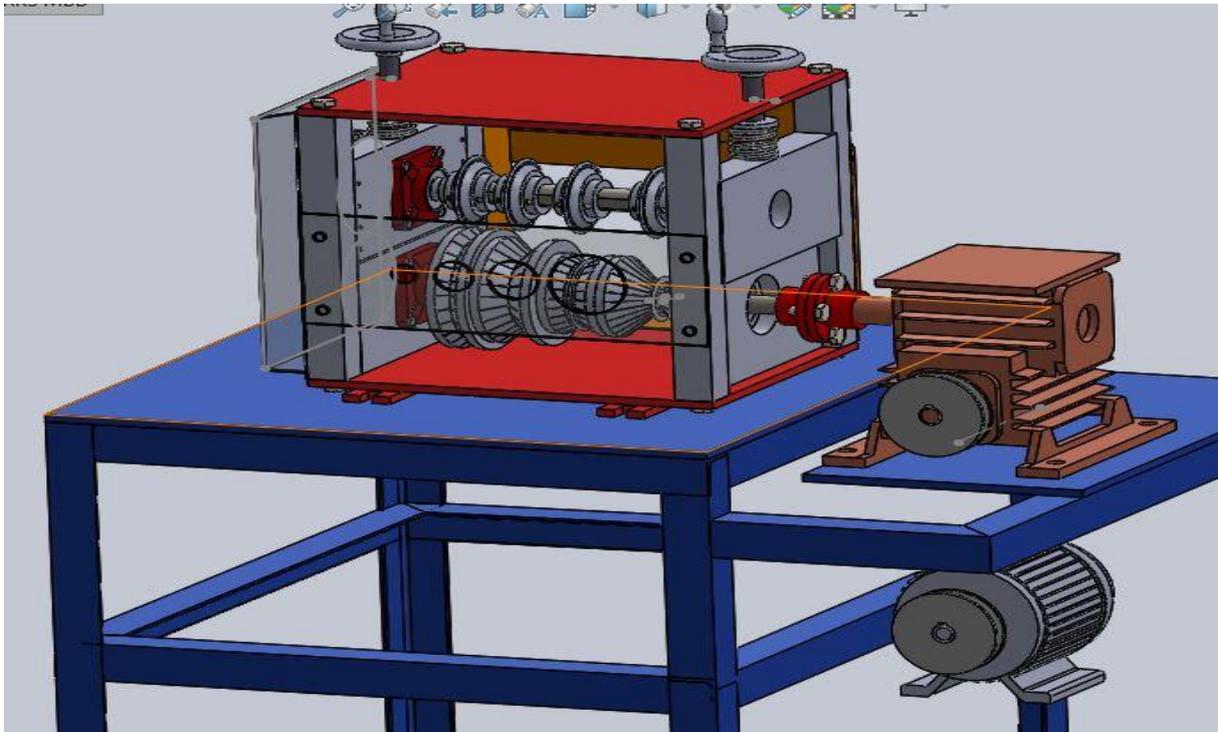


Figura 2.6: Propuesta de diseño de la máquina peladora de cables

2.5 Medio ambiente

En la actualidad la afectación del medio ambiente es cada vez más notoria, el incremento de materiales no biodegradables presentes en el medio ambiente, afecta de forma directa y negativa con relación al entorno ambiental, el ciclo de los seres vivos, y el deterioro de recursos naturales. Procedimientos como el manejo inadecuado de materiales sólidos no biodegradables, son una de las causas de mayor contaminación generados por la civilización moderna. Se sabe que el reciclaje tiene demasiadas ventajas, pero también genera problemas secundarios y limitaciones que afectan su desarrollo como es su separación, clasificación y transporte a plantas de tratamiento. Por lo que es necesario implementar un sistema que reduzca y elimine dichos problemas. Actualmente los cables de cobre y aluminio, son materiales que pueden ser reciclados, del mismo modo, para obtener sus materiales conductores y sus recubrimientos aislantes, se utilizan métodos de baja seguridad y calidad industrial. En el primer caso se presentan cortaduras, pinchaduras, lesiones,

infecciones etc., en el proceso de combustión, se generan lesiones por quemaduras, aspiración de gases nocivos, generación de humos y materiales contaminantes expuestos al medio ambiente a través del aire, estos residuos caen a la tierra a través de las lluvias contaminando las zonas de cultivos. Debido a estos factores, la acumulación de cables en los depósitos se está incrementando ya que no hay un proceso industrial que contrarreste estas afectaciones.

El reciclaje es algo esencial para la conservación del medio ambiente y la ecología, ya que a través de él transformar materiales usados en recursos utilizables que de otro modo hubiesen sido desechados convirtiéndose en basura.

Desde los Estados y diversas organizaciones no gubernamentales se trabajan en distintas políticas para aumentar y concientizar a la población civil sobre la importancia del reciclaje, para resaltar los beneficios que esta acción produce en el medio ambiente.

Entre los beneficios del reciclaje, podemos destacar que esta acción nos permite:

- Reducir el proceso de incineración
- Reducir el volumen de los desperdicios solidos
- Reducir la necesidad de vertederos ya que alarga la vida útil de los mismos
- Nos permite el ahorro de energía
- Ayuda a la reducción de las emisiones de Gases del efecto invernadero, contribuyendo para la protección y mejoramiento del cambio climático y global.
- Nos permite ahorra en los recursos naturales como el uso de la madera, el agua y los minerales.
- También es de gran ayuda para proteger y mantener al medio ambiente para las generaciones futuras.

<https://ecologiahoy.net/medio-ambiente/beneficios-para-el-medio-ambiente-del-reciclaje-que-cosas-se-pueden-reciclar/>

La máquina peladora de cables se debe diseñar, enfatizando la protección ambiental, el prototipo de máquina no puede arrojar ni producir elementos contaminantes como: humos, líquidos o sustancias nocivas, micro partículas generadas por combustión, razón por la cual, es una máquina amigable con el medio ambiente.



Figura 2.7

2.6 Beneficio para la defensa.

Sin dudas esta propuesta será de gran beneficio para nuestro país en general debido a que no se cuenta hasta el momento con máquinas de pelar cable, lo que generará tanto en la sociedad como en la defensa de nuestro país. Ahorrando significativamente los gastos existentes y al mismo tiempo multiplicando ganancias inalcanzables en la actualidad en la empresa. El material de reciclaje de cables eléctricos es comercializado por la Empresa Recuperadora de Materias Primas De Holguín, la recolección de materiales beneficia económicamente a empresas que desarrollan esta labor.

2.7 Beneficio económico:

. Valor agregado que obtendrá el producto que se genera mediante la Máquina Peladora de Cables.

En términos económicos, el valor agregado es, el valor económico adicional que

adquieren los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo. En otras palabras, el valor económico que un determinado proceso productivo añade al consumo intermedio, que se conoce como los insumos (materias primas, materiales auxiliares, envases y empaques, electricidad, y otra diversidad de bienes y servicios) utilizados en su producción y distribución. En el consumo intermedio no se incluyen otros costos de producción, como los costos laborales, los costos financieros y los impuestos sobre la producción. Estos son parte del valor agregado, según, es.wikipedia.org.

En la tabla No. 1 se muestran los precios de venta de los productos, es evidente el aumento de precio que posee si se logra la correcta descontaminación del mismo, de ahí a que constituya de gran importancia lograr separar el recubrimiento de los cables, obteniendo un valor agregado superior, aparejado a esto disminuye el tiempo necesario para lograr la producción de una tonelada de cobre o aluminio, haciendo que el trabajo sea más fácil.

Tabla2.5

| Cables con cubierta | Precio de venta (cuc/tn) | Chatarra no Ferrosa (al y cu) | Precio de venta (cuc/tn) |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Chatarra cable de cobre con cubierta P.V.C | 1275.00 | Chatarra de cobre birch cliff | 4564.44 |
| Chatarra cable de cobre con cubierta PB | 935.00 | Chatarra de cobre berry (primera) | 4906.77 |
| Chatarra cable de cobre con cubierta p.v.c (spaguetti) | 255.00 | | |
| Chatarra cable de aluminio con recubrimiento | 413.14 | Chatarra cable de aluminio | 1216.50 |
| Chatarra cable de aluminio PVC | 413.14 | | |

Precio de venta del producto

La recuperación de cables eléctricos genera beneficios económicos a empresas propietarias de depósitos de recolección de reciclaje, trabajadores recolectores, sectores industriales de fundición, razón por la cual se generan utilidades económicas a diversos campos de aplicación.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se arribaron a las siguientes conclusiones:

Se pudo determinar cuál es la vía más segura económica y medioambiental para dar solución a los problemas existentes para el pelado de los cables eléctricos en la Empresa Recuperadora de Materias Primas de Holguín.

Se pudo demostrar que, para un seguro mejoramiento de los procesos utilizados actualmente en la empresa para la obtención de los componentes de los cables, la única vía es la erradicación total de los procesos actuales los cuales deben de ser sustituidos por una maquina peladora de cables.

Solo por citar un ejemplo con esta propuesta el valor de venta del cobre se puede multiplicar hasta tres veces en comparación con los precios actuales.

RECOMENDACIONES

Sugiero que se continúen el desarrollo de esta tesis para así poder realizar un diseño detallado de la máquina que cumpla con todas las necesidades de la empresa.

Realizar todos los cálculos necesarios para un correcto diseño de la máquina, así como la correcta selección de los materiales de las cuchillas y los árboles, recomiendo usar el SOLIDWORKS para que facilite todas las tareas al diseñar, y también el

KISSOFT el cual es un software que utilizamos en la asignatura de elemento de máquinas y será de gran ayuda para el diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Office of Technology 1989. U. S. Congress, Office of Technology Assessment, Facing America's Trash: What Next for Municipal Solid Waste, Washington, D. United States Printing Office, 1989.
2. Institute of Scrap Recycling Industries, 1989. Institute of Scrap Recycling Industries, Scrap: America's ready Resource, Washington, D. C., Institute of Scrap Recycling Industries, 1989. L. Mazzatenta abril de 1995. L. Mazzatenta,

- “Classical Castoffs Reclaimed from the Sea”, en National Geographic, abril de 1995.
3. (E. Barringer, 1954) E. Barringer, The Story of Scrap, Washington, D. C., Institute of Scrap Iron & Steel, 1954.
 4. (D. Reid, 1991) D. Reid, Pans Sewers and Sewermen, Cambridge, Harvard University Press, 1991.
 5. (J. Munsell, 1941) J. Munsell, Chronology of the Origin and Progress of Paper and Papermaking, Chicago, J. W. Butler Co., 1941.
 6. (Valls1980) I Subirá, La historia del papel en España, Madrid, Empresa Nacional de Celulosas, 1980.
 7. (H Lenz, 1990) Historia del papel en México y cosas relacionadas (1525-1950), México, Porrúa, 1990.
 8. (P. Honenberg y L. Lees1985) The Making of Urban Europe 1000-1950, Cambridge, Harvard University Press,1985.
 9. (M. Melosi 1982) M. Melosi, op. cit. 1982
 - 10.(E. Barringer 1976) E. Barringer, op. cit.1976
 - 11.(Ch. Lipsett 1974) 100 Years of Recycling History: From Yankee Tincart Peddlers to Wall Street Scrap Giants, Nueva York, The Atlas Publishing Co., 1974.
 - 12.(Baltimore 1976) American Public Works Association, History of Public Works in the United States, 7776-7976, Baltimore, Maryland, American Public Works Association, 1976.
 - 13.(W. Rathje y C. Murphy 1993), Rubbish! The Archaeology of Garbage, Nueva York, Harper Collins, 1993.
 - 14.(M. Medina 1997) “Manejo de desechos sólidos y desarrollo sostenible”, en Comercio Extenor, México, octubre de 1997.
 - 15.(M. Medina 1997) Scavenging on the Border: A Study of the Informal Recycling Sector in Nuevo Laredo, Mexico and Laredo, Texas, tesis de doctorado, New Haven, Connecticut, Yale University, 1997.
 - 16.(M. Medina 1997) Informal Recycling and Collection of Solid Wastes in Developing Countries. Issues and Opportunities, Tokio, United Nations University/Institute of Advanced Studies (Working Paper number 24), 1997.

17. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N° 2, 2013, pp. 248-261
Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000200008>
18. (Características del cobre 2018) ELEMENTOS. Características del cobre:
[citado 01 may.,2018]. Disponible en Internet <URL:
<https://elementos.org.es/cobre>.
19. (Ondarse 2021) ("Plástico". Autor: Dianelys Ondarse Álvarez. De: Argentina.
Para: Concepto. Última edición: 15 de julio de 2021. Consultado: 04 de
noviembre de 2021)
20. Disponible en: <https://concepto.de/plastico/>.
21. (Hernández 2004) LA ERA DEL ALUMINIO Y SU IMPACTO AMBIENTAL:
¿MITO O REALIDAD? Dra. Teresa Hernández Sotomayor, Unidad de
Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Centro de Investigación Científica
de Yucatán (CICY), ths@cicy.mx
22. (Hazardous 2007) CHUL-HYUN PARK, HO-SEOK JEON, JAI-KOO PARK,
PVC removal from mixed plastics by triboelectrostatic separation. Journal of
Hazardous Materials 144: 470-476 (2007).
23. (Franco 2014) propiedades mecánicas de residuos de PVC provenientes de
cables eléctricos / Edgar Adrián Franco Urquiza, et al.
24. Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition.
25. JAREÑO José, Los metales y la importancia de reciclarlos. [En línea]. España
José Jareño S.A., 2012
26. RECAMSA. El cobre buen material para reciclar: [citado 24 feb.,2019].
27. Espinoza Oscar, folleto segregación, reciclaje y comercialización de los
residuos sólidos, primera edición, lima año 2005.
28. ANDIA. Propiedades físicas del cobre: [citado 01 may.,2018].
29. ENIOLANDIA. Propiedades químicas del cobre: [citado 01 may.,2018].
30. INGEMECANICA. Propiedades mecánicas y químicas del aluminio: [citado 24
feb.,2019].
31. Shigley, J. E. Diseño en Ingeniería Mecánica. Editorial Tierra Firme. S.A. de
C.V.1990.



ANEXOS



Anexo 1



Anexo 2



Anexo 3



Anexo 4



Anexo 5



Anexo 6

VENTAJAS DEL RECICLADO DE ALUMINIO

- Alto rendimiento energético.
- Utilización infinita.
- Se puede hacer el mismo producto que fue reciclado.
- Preservación de reservas naturales.

Anexo 7



Anexo 8