

## DESMANTELAMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS



**Elaborado por:**

Ing. Yusleiby Dago Rivera

Ing. Erick Delgado Varona

## RESUMEN

Este trabajo es un estudio para obtener una tecnología más productiva y eficaz en el proceso de la extracción del alambre de cobre de los enrollados de los motores eléctricos, teniendo en cuenta su diversidad, aunque en este caso solo nos enfocamos el desmantelamiento de los pequeños y medianos. Su implementación permite la incorporación de una propuesta de innovación organizacional del flujo de proceso del reciclaje de los motores eléctricos y a su vez de un diseño de dispositivos y equipos para la mejora tecnológica de la extracción de los alambres de cobre, aumentando la cantidad y la calidad de la producción; garantizar su comercialización como materia prima; además, facilita la extracción más rápida de los alambres de cobre y mejora las condiciones de trabajo del operario, disminuyendo las pérdidas. Su implementación responderá a un mejor aprovechamiento del recurso y más valor agregado. Las soluciones técnicas que se adopten para aplicar la tecnología propuesta permitirán facilitar las operaciones y el ahorro de consumo de energía. Los dispositivos y equipos propuestos garantizarán el agarre seguro y permite diferentes posiciones de los motores eléctricos, sin importar su tamaño o diversidad para su desmantelamiento sobre la mesa de trabajo, así como el corte del extremo del enrollado o en el medio del estator para facilitar la extracción del alambre de cobre que es nuestro objetivo final.

**Palabras Claves:** motores eléctricos, innovación organizacional, desmantelamiento

## **SUMMARY**

This work is a study to obtain a more productive and effective technology in the process of extracting copper wire from the windings of electric motors, taking into account its diversity, although in this case we only focus on the dismantling of small and medium. Its implementation allows the incorporation of a proposal for organizational innovation of the process flow of recycling electric motors and at the same time a design of devices and equipment for the technological improvement of the extraction of copper wires, increasing the quantity and quality of the production; guarantee its commercialization as raw material; In addition, it facilitates faster extraction of copper wires and improves the operator's working conditions, reducing losses. Its implementation will result in better use of the resource and more added value. The technical solutions adopted to apply the proposed technology will facilitate operations and save energy consumption. The proposed devices and equipment will guarantee safe grip and allow different positions of the electric motors, regardless of their size or diversity for their dismantling on the work table, as well as cutting the end of the winding or in the middle of the stator to facilitate the extraction of the copper wire which is our final objective.

**Keywords:** electric motors, organizational innovation, dismantling

## CONTENIDO

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>Resumen</b> .....         | 3  |
| <b>Introducción</b> .....    | 5  |
| <b>Desarrollo</b> .....      | 6  |
| <b>Conclusiones</b> .....    | 18 |
| <b>Recomendaciones</b> ..... | 19 |
| <b>Bibliografía</b> .....    | 20 |

## INTRODUCCIÓN

El reciclaje de motores eléctricos tiene un impacto ambiental, incrementando la afectación al medio ambiente. Cada vez hay más conciencia del aumento en el uso de materiales, junto con la creciente escasez y el desperdicio de recursos, está causando un daño ambiental generalizado y poniendo en peligro el futuro bienestar de la humanidad.

El uso de equipos eléctricos y electrónicos genera desperdicios metálicos, particularmente con metales como el cobre y el aluminio; por otra parte, las actividades de diferentes empresas implican botar desechos de chatarras que contienen cables de cobre.

El uso y reprocesamiento de chatarras y, más específicamente, de metales genera un campo económico para las personas que se dedican a la recolección y venta de estos materiales. El cobre es un metal altamente reciclable y su recuperación potencial tiende al infinito, mientras que la pérdida de rendimiento puede ser insignificante para el cobre secundario procesado a partir de chatarra. Por lo tanto, reciclar cobre es una forma muy eficiente de reintroducir este valioso metal en la economía.

No obstante, las labores de extracción de las partes de entre la chatarra constituyen un reto para los recolectores, dado que requieren del uso de herramientas que faciliten el trabajo y aumenten la seguridad en la manipulación de materiales. Por lo que es necesario analizar las herramientas disponibles y diseñar un utillaje que cumpla con estos requerimientos.

El *reciclaje de motores eléctricos* desempeña un papel crucial en la promoción de la sostenibilidad al reducir los residuos y conservar recursos. A medida que la demanda de motores eléctricos sigue aumentando, se vuelve imperativo encontrar formas efectivas de reciclar y reutilizar estos motores.

## DESARROLLO

**Fundamentación:** En el contexto actual de la industria del reciclaje, es crucial la implementación de soluciones innovadoras que permitan mejorar la eficiencia y eficacia del proceso de reciclaje de motores eléctricos y sobre todo en este trabaja específico de la extracción del **alambre de cobre**, así como reducir los costos. Es por ello que se ha planteado el proyecto mejorar y dar propuesta de organización del proceso de desmantelamiento, así como diseños de dispositivos, equipo con el objetivo de optimizar el rendimiento y mejorar las tecnologías para la extracción del alambre de cobre de los rotores y estatores de los motores.

Uno de los principales problemas que se pretende abordar con este proyecto es elevar la calidad del proceso productivo, poder reciclar el cobre, reducir los costos para producir nuevos productos, creando una cadena de suministro sostenible y ayudar a crear un ambiente más limpio y saludable; no existe una tecnología para el proceso, lo que puede ocasionar riesgo de problemas de salud causados por la contaminación, perdidas de productos, generando más gastos tanto en el proceso de la extracción como para los materiales que se dejan de reciclar y paralelo está presente los riesgos a los operarios. Asimismo, se busca mejorar la eficiencia en el proceso, reduciendo así el consumo de combustible y las emisiones contaminantes.

Además, con el diseño de los dispositivo y equipo se propone una mejora del proceso, mejores condiciones de trabajo para los operarios y una mejor organización de forma general en todo del flujo productivo, disminuyen las perdidas en el proceso y aumento de los productos a reciclar, entre otros. Con un enfoque en la innovación y la calidad, se espera obtener el alambre de cobre de mejor calidad ya que no se aplica candela, que se traduzcan en mejores condiciones de trabajo para los operarios.

Para llevar a cabo este proyecto, se utilizará una metodología basada en el análisis de requerimientos, el diseño conceptual, la simulación y prototipado. Se contarán con recursos como software especializado en diseño mecánico, herramientas de organización de las tareas (Project) y un equipo de trabajo como ingenieros mecánicos, industriales, arquitectos y experto en la rama del reciclaje.

En resumen, el proyecto de desmantelamiento de motores se fundamenta en la necesidad de mejorar la calidad, eficiencia y eficacia del proceso del reciclaje de motores eléctricos, a través de la innovación. Se espera que la implementación de estos dispositivos y propuesta de organización del proceso aporte beneficios significativos tanto para la obtención del alambre de cobre como para los resultados económicos de la empresa, posicionando a la empresa como líder o ejemplo de una tecnología a implementar.

#### **Beneficios:**

- Reducción de residuos de vertedero: Al reciclar motores eléctricos, se evita que terminen en vertederos, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente.
- Conservación de energía: El reciclaje permite reutilizar materiales, lo que a su vez reduce la necesidad de extraer nuevos recursos naturales.
- Protección de recursos valiosos: El cobre, presente en las bobinas de los motores eléctricos, es un material valioso utilizado en muchos dispositivos eléctricos. El reciclaje ayuda a preservar este recurso.

#### **Impacto global de residuos electrónicos:**

- La generación mundial de residuos electrónicos procedentes de motores eléctricos está creciendo debido al aumento en el consumo de productos electrónicos con ciclos de vida más cortos y opciones limitadas de reparación.
- Solamente el **20%** de estos residuos son reciclados, y si no se toman medidas, se estima que podría haber hasta **120** millones de toneladas de chatarra electrónica en 2050.

En resumen, el reciclaje de motores eléctricos no solo es una solución ecológica, sino también una necesidad urgente para proteger nuestro planeta y conservar valiosos recursos.

## Objetivo de estudio

Objetivo general: Obtener una tecnología más productiva, eficiente y eficaz para la extracción del alambre de cobre de los rotores y estatores de los motores eléctricos en las **ERMP**.

### Objetivos específicos:

- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo de los operarios durante la extracción de los alambres de cobre de los rotores y estatores de los motores eléctricos.
- ✓ Aumentar la productividad del proceso de extracción de los alambres de cobre de los rotores y estatores de los motores eléctricos.
- ✓ Aumentar la calidad de la materia prima para lograr mayor valor agregado.
- ✓ Desarrollar dispositivos que eleven la productividad de los operarios e incrementen la seguridad y salud del trabajo de los mismos.

## ***Antecedente***

### Conocimiento del estado actual en el **Mundo**

Algunos países que realizan el reciclaje de motores eléctricos para la extracción de alambre de cobre son Estados Unidos, China, Alemania, Japón y Corea del Sur. Estos países tienen instalaciones especializadas en el reciclaje de estos materiales y cuentan con tecnología avanzada para llevar a cabo el proceso de extracción de cobre de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

El reciclaje de motores eléctricos para la extracción de alambre de cobre es un proceso que ha ido evolucionando a lo largo de los años, gracias al avance de la tecnología.

En cuanto a tecnologías, se utilizan equipos especializados como trituradoras, separadores magnéticos, destiladores de cable, y otros equipos de procesamiento mecánico y térmico. Estos equipos permiten desmontar y separar los componentes del motor eléctrico, como el alambre de cobre, acero, y otros materiales, de manera eficiente.



En cuanto a la duración de este proceso, puede variar dependiendo del tamaño y la capacidad de la instalación de reciclaje. En general, el proceso de reciclaje de motores eléctricos para la extracción de alambre de cobre puede durar desde unos pocos días hasta varias semanas, dependiendo de la cantidad de motores que se estén procesando y la capacidad de la planta de reciclaje.

Cabe mencionar que el reciclaje de motores eléctricos es una práctica cada vez más común en muchos países, ya que permite recuperar materiales valiosos como el cobre y reducir la cantidad de residuos electrónicos que terminan en vertederos, contribuyendo así a la sostenibilidad medioambiental.

Algunos países que suelen tener una fuerte industria de reciclaje y pueden estar más avanzados en este proceso incluyen Estados Unidos, Alemania, Japón y China. Estos países suelen contar con instalaciones de reciclaje modernas, tecnología avanzada y regulaciones estrictas respecto al manejo de desechos electrónicos.

En general, el avance en la tecnología de reciclaje de motores eléctricos para la extracción de alambre de cobre está en constante evolución y se están desarrollando nuevas técnicas y procesos más eficientes en diferentes partes del mundo. La colaboración y el intercambio de conocimientos entre los diferentes países pueden contribuir a un avance global en el campo del reciclaje de motores eléctricos y otros materiales.

#### Conocimiento del estado actual en Cuba

El proceso de reciclaje de los motores eléctricos en los centros de reciclaje recoge muchos motores eléctricos para aumentar la posibilidad de obtener suficiente cobre. En este momento el proceso de extracción de alambres de cobre se realiza de forma rústica cortando los bobinados y extrayendo estos por medio de un cincel y martillo lo que trae consigo la falta de eficiencia y productividad de la producción y el desgaste de los operarios que se encargan de esta línea de producción.

Además, la mayoría de las industrias utilizan motores eléctricos para producir la mayoría de los dispositivos actuales. Por lo tanto, cuando se dañan y no se reciclan, pueden ser depositados en vertederos. Por lo tanto, el reciclaje de motores eléctricos ayuda a reducir los vertederos, los residuos sólidos y la contaminación en general. Además, el reciclaje de los motores eléctricos ayuda a proteger los recursos naturales, como, por ejemplo, el cobre, ya que los componentes principales del motor eléctrico contienen bobinas de cobre.

El cobre es muy valioso, caro y se utiliza en muchos dispositivos eléctricos. En lugar de agotar continuamente su fuente, sin embargo, el reciclaje de motores abre oportunidades de negocio para las partes interesadas.

En Cuba, el reciclaje de motores eléctricos es un proceso que implica varias etapas, similares a las de otros países.

#### Investigaciones previas

Se realizó una búsqueda en los trabajos realizados en la empresa y no se cuenta con trabajos anteriores con relación al tema de estudio; si con la experiencia de lo que se realiza en las empresas recuperadores de materias primas. Además, se consultó en internet las páginas de búsqueda y en Google Académico.

*En resumen, aunque la extracción de cobre es necesaria para satisfacer la demanda global, tiene varios impactos ambientales negativos. Por otro lado, el reciclaje de cobre ofrece una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.*

## Marco Legal

[NC 674-5: 2009](#) Estructura para la Memoria Descriptiva, en específico en la especialidad de Mecánica.

[NC 1307: 2019](#) y [NC 1308:2019](#) referidas a sistemas de gestión de I+D+i y de vigilancia e inteligencia, respectivamente; se propicia el proceso de integración. Ambas normas cuentan con una estructura compatible y coherente para la implementación de un sistema integrado de gestión (SIG), el cual consiste en un conjunto de procesos interrelacionados que funcionan de manera sistémica, comparten los mismos recursos y están orientados al cumplimiento de los objetivos y metas propuestas y la satisfacción de las necesidades y expectativas de las partes interesadas (Karapetrovic, 2002; Martínez, Agüero, Penabad, & Montero, 2011).

### [Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i.](#)

La I+D+i constituye un elemento clave para el éxito de las organizaciones. El objetivo de esta norma es orientar a las organizaciones en el desarrollo, implantación y el mantenimiento de un marco sistemático para sus prácticas de gestión de la I+D+i, integrándose todo ello en un sistema de gestión de la I+D+i.

El sistema de gestión de la innovación descrito en este documento sigue la estructura planificar-realizar-comprobar-actuar (plan-do-check-act, PDCA), por lo que puede integrarse con otros sistemas de gestión empresarial normalizados existentes en las organizaciones, por ejemplo, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 9001, la Norma UNE-EN ISO 14001, etc.

### **Problemas a resolver:**

- ✓ Elevar la calidad del proceso productivo actual para la extracción de los alambres de cobre.
- ✓ Disminuir el tiempo de desarme de los motores eléctricos de bombas hidráulicas y compresores.
- ✓ Las soluciones actuales a una mejor tecnología al desmantelamiento de motores.
- ✓ Mejorar la calidad del producto final (el cable de cobre).
- ✓ Elevar los ingresos monetarios con la obtención de un producto de mayor calidad.
- ✓ Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con el reciclaje de metales, ya que se requiere menor empleo de portadores energéticos para lograr un producto. Esto, a su vez, ayuda a reducir la huella de carbono y combatir el cambio climático.
- ✓ Reciclar el cobre en la producción de medios de consumo, ahorrando energía y reduciendo los costos para producir nuevos productos, creando una cadena de suministro sostenible.
- ✓ Ayudar a crear un ambiente más limpio y saludable, reduciendo el riesgo de problemas de salud causados por la contaminación. El reciclaje también ayuda a conservar los recursos naturales, asegurando su disponibilidad para las generaciones futuras.

### **Investigación del estado del arte:**

El reciclaje de motores eléctricos es fundamental para la sostenibilidad y la conservación de recursos. Los motores contienen componentes valiosos como bobinas de cobre y materiales reciclables. Proyectos como DEMETER buscan crear motores eléctricos completamente reciclables. Sin embargo, los desafíos incluyen la extracción rentable de imanes de tierras raras. A nivel global, la generación de residuos electrónicos está aumentando, y se estima que podría haber hasta 120 millones de toneladas de chatarra electrónica en 2050 si no se toman medidas.

El reciclaje de motores eléctricos ha sido objeto de investigaciones y avances significativos en los últimos años. Permíteme proporcionarte información sobre el estado actual del arte en este campo:

#### Proyecto DEMETER:

- ✓ El proyecto DEMETER se centró en el análisis y diseño para el reciclaje a lo largo de la cadena de valor de los motores eléctricos, imanes y vehículos eléctricos.
- ✓ Investigadores europeos trabajaron en el desarrollo del primer motor eléctrico reciclable del mundo basado en imanes de neodimio reciclados.
- ✓ El objetivo principal era reducir la dependencia de otros países en la obtención de materias primas y lograr que los vehículos eléctricos sean completamente reciclables y verdaderamente ecológicos<sup>1</sup>.

#### Componentes reciclables:

- ✓ Los motores eléctricos contienen bobinas de cobre y otros materiales valiosos.
- ✓ El desmantelamiento de los motores permite recuperar estos componentes para su reutilización.

#### Desafíos:

- ✓ Los imanes de tierras raras, utilizados en motores eléctricos, son difíciles de extraer de los vehículos de manera rentable.
- ✓ La importación de materia prima para crear estos imanes hace que los fabricantes europeos sean vulnerables a fluctuaciones de precios y riesgos para la seguridad.

#### Impacto global:

- ✓ La generación de residuos electrónicos de motores eléctricos está creciendo debido al aumento en la demanda de productos electrónicos con ciclos de vida más cortos.
- ✓ Se estima que podría haber hasta 120 millones de toneladas de chatarra electrónica en 2050 si no se toman medidas.

El reciclaje de motores eléctricos es esencial para la sostenibilidad y la conservación de recursos. Los avances científicos y proyectos como DEMETER están allanando el camino hacia un futuro más ecológico.

Se realizó una investigación exhaustiva del estado del arte en la industria del reciclaje de motores eléctricos. La búsqueda se realizó sobre artículos, literatura científica y publicaciones especializadas. La investigación permitió conocer las mejores prácticas, las tecnologías disponibles y las tendencias en el diseño de equipos de desmantelamiento de motores eléctricos.

### **Desmantelamiento de Motores Eléctricos; su proceso.**

Es importante mencionar que el reciclaje de motores eléctricos puede ser rentable debido al valor de los materiales reciclables que se pueden obtener, como el cobre y el aluminio. Además, el reciclaje contribuye a la reducción de los costos de extracción y producción de nuevos materiales.

### **La importancia el reciclaje de los motores eléctricos**

¿Qué sucede cuando el ventilador deja de funcionar?

¿Quizás se estropeó por una sobre tensión eléctrica que dañó todos sus componentes?

Los recicladores se encargan de estos ventiladores, bombas, sopladores, etc. dañados como desechos y se gestionan en los centros de reciclaje. Además, el motor eléctrico es **100%** reciclable ya que la mayoría de sus componentes son metálicos.

¿Qué hay dentro de los motores eléctricos?

La mayoría de los motores contienen valiosos componentes de cobre y aluminio. Sin embargo, el exterior de la mayoría de los motores está compuesto de acero con una carcasa resistente que protege el cableado y las piezas más frágiles del interior. Además, algunos motores contienen aluminio en lugar de cobre. Como el cobre, el aluminio conduce la electricidad y funciona bien en algunas aplicaciones.

Cuanto más cobre, más valioso es un motor eléctrico para un centro de reciclaje. El segundo metal no ferroso más valioso que se encuentra en los motores eléctricos es el aluminio. Por consiguiente, el acero puede ser reciclado, pero el acero no comparte el valor del *cobre* o del *aluminio*. Debido a que la presencia de madera y plástico en los motores eléctricos se considera un contaminante, estos motores contienen un valor más bajo.

**Componentes de un motor eléctrico:** Un motor eléctrico contiene una serie de componentes integrados en él. Estos componentes son los responsables de su capacidad de conversión, los mismo son:

- ✓ El eje
- ✓ Bobinados de **cobre**
- ✓ Rodamientos
- ✓ Armadura
- ✓ Estator
- ✓ Conmutador
- ✓ Terminales
- ✓ Caja

Todos estos componentes mencionados hacen posible que el motor eléctrico convierta con éxito la energía eléctrica en energía mecánica.

### **Por qué es importante reciclar el motor eléctrico**

¿Qué sucede cuando su ventilador deja de funcionar? Quizás se estropeó por una sobrecarga eléctrica que dañó todos sus componentes, el motor eléctrico incluido. Los recicladores compran estos ventiladores dañados, bombas, sopladores, etc. como chatarra y los llevan a los centros de reciclaje. Además, separan las partes reciclables y las apartan para su procesamiento. Asimismo, el motor eléctrico es 100% reciclable ya que la mayoría de sus componentes son metálicos.

Además, la mayoría de las industrias utilizan motores eléctricos para producir la mayoría de los aparatos actuales. Por lo tanto, cuando se estropean y no se someten a un proceso de reciclaje, pueden provocar el vertido de residuos. Por lo tanto, el reciclaje de motores eléctricos ayuda a reducir los vertederos, los residuos sólidos y la contaminación en general. Además, el reciclaje de motores eléctricos ayuda a proteger los recursos naturales, por ejemplo, el cobre. Uno de los principales componentes del motor eléctrico contiene bobinas de cobre.

El cobre es muy valioso, caro y se utiliza en muchos dispositivos eléctricos. En lugar de agotar continuamente su fuente, ¿por qué no reciclarlo? Sin embargo, el reciclaje de motores abre oportunidades de trabajo para los interesados.

### **Economía circular**

La economía circular es un modelo económico y productivo que busca la sostenibilidad y el ahorro de recursos y fuentes de energía. Este modelo se caracteriza por el respeto al medio ambiente y el ciclo de vida de las materias primas, los recursos naturales y los bienes y servicios.

En la economía circular, los bienes se producen, se consumen, se reciclan, se producen y se vuelven a consumir, entrando en un ciclo de vida circular. El objetivo es reducir todo lo posible la generación de residuos y aprovechar al máximo aquellos cuya generación no se pueda evitar.

Los objetivos principalmente planteados por la economía circular son:

- ✓ Transformación del modelo productivo e industrial tradicional o “lineal”.
- ✓ Menor daño medioambiental.
- ✓ Límite en el consumo energético.
- ✓ Disminución en el uso de recursos.
- ✓ Posible creación de riqueza y de nuevas posibilidades de empleo.





## **SU APLICACIÓN EN EL PROCESO DE DESMANTELAMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS**

La economía circular se aplica al reciclaje de motores eléctricos de varias maneras:

- ✓ Desmantelamiento y separación: El reciclaje de motores eléctricos implica el proceso de desmantelamiento y separación de varios componentes del motor.
- ✓ Recuperación de materiales: Se recuperan materiales valiosos como cobre, aluminio y acero. Estos materiales pueden luego reutilizarse en la producción de nuevos motores u otros productos, reduciendo la necesidad de adquirir recursos vírgenes.
- ✓ Reducción de residuos: Esta práctica sostenible no sólo ayuda a reducir los residuos de vertedero, sino que también contribuye a la conservación de la energía y protección del medio ambiente<sup>1</sup>.
- ✓ Reutilización de componentes: Las estrategias circulares para tratar los desechos incluyen la reutilización, la reparación, la restauración, la reutilización y el reciclaje tanto del vehículo como de las baterías.

En resumen, la economía circular en el reciclaje de motores eléctricos promueve la sostenibilidad y la conservación de recursos, minimiza la necesidad de extracción de materia prima y reduce el impacto ambiental de los residuos de motor.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se logra una propuesta de tecnología más productiva y eficaz en el proceso de la extracción del alambre de cobre de los enrollados de los motores eléctricos.
- ✓ Su implementación permite la incorporación de una propuesta de innovación organizacional del flujo de proceso del reciclaje de los motores eléctricos.
- ✓ Se propone un diseño de dispositivos y equipos para la mejora tecnológica de la extracción de los alambres de cobre.
- ✓ Un mejor aprovechamiento del recurso y más valor agregado.
- ✓ Se facilita la extracción del alambre de cobre.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario mejorar las condiciones de trabajo, así como la organización del proceso para el reciclaje de los motores eléctricos para lograr una mejor eficiencia y eficacia del proceso.
- ✓ Mejorar las técnicas del proceso para aumentar la producción y así las ventas.
- ✓ Seguir prácticas seguras y respetar las regulaciones locales para el manejo y reciclaje de materiales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL - UNAM. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/17091/TESINA.pdf?sequence=1>.
2. Criterios de diseño mecánico en tecnologías industriales - unizar.es. [https://www.unizar.es/actualidad/ficheros/20120202/6842/td\\_208unizar.pdf](https://www.unizar.es/actualidad/ficheros/20120202/6842/td_208unizar.pdf).
3. Guía completa para hacer una memoria técnica de diseño. <https://mdpajedrez.com.ar/guia-completa-para-hacer-una-memoria-tecnica-de-diseno/>.
4. Elaboración de Memorias Descriptivas en Proyectos de Diseño. <https://housint.com/elaboracion-de-memorias-descriptivas-en-proyectos/>.
5. Modelo Plantilla para Hacer una Memoria Descriptiva. <https://proyectofactoria.es/modelo-plantilla-para-hacer-una-memoria-descriptiva/>.
6. Diseño Mecánico Ágil: Nueva propuesta metodológica enfocada a proyectos ... <https://bing.com/search?q=pol%c3%adticas+y+lineamiento+en+un+proyecto+de+dise%c3%b1o+mec%c3%a1nico>.
7. Guía Esencial: Normas para Diseño Mecánico que Todo Ingeniero Debe Conocer. <https://electromecanicajyd.com/normas-para-diseno-mecanico/>.
8. Metodología de Diseño Mecánico: Guía Completa para Ingenieros. <https://electromecanicajyd.com/metodologia-de-diseno-mecanico/>.
9. Diseño mecánico de equipos - Renova Ingeniería. <https://renovaingenieria.com/disenomecanico-de-equipos/>.
10. ICM2026 PROYECTO DE DISEÑO MECÁNICO. <https://www.ing.uc.cl/wp-content/uploads/2017/07/PROYECTO-DE-DISE%C3%91O-MEC%C3%81NICO.pdf>.
11. Cómo afecta al medio ambiente la extracción de minerales. <https://www.ecologiaverde.com/como-afecta-al-medio-ambiente-la-extraccion-de-minerales-1118.html>.
12. Lixiviación del cobre: procesos, ventajas y aplicaciones - La Ruta del ... <https://larutadelcobre.com/produccion/lixiviacion-del-cobre/>.
13. Cómo se puede reciclar el cobre y ayudar con el medio ambiente. <https://larutadelcobre.com/blog/como-se-puede-reciclar-el-cobre/>.
14. Reciclaje: El cobre y el CO2 | Ecología Hoy. <https://www.ecologiahoy.com/reciclaje-el-cobre-y-el-co2>.
15. Motores eléctricos: El proceso de reciclaje | Interco | Motores ... <https://reef recovery.org/es/motores-el%c3%a9ctricos-el-proceso-de-reciclaje/>.
16. Cuba: Recuperación de motores eléctricos en Cacocum - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Ouyfrgg86-Q>.
17. Reciclaje y sostenibilidad de motores eléctricos: una solución ... <https://techscience.com/es/electric-motor-recycling-and-sustainability/>.
18. Reciclado de motores eléctricos: proceso y beneficios. <https://www.reciclajecontemar.es/reciclado-de-motores/>.
19. OBSERVATORIO CUBANO DEL RECICLAJE - RECICLAJE DE MOTORES ELÉCTRICOS. <https://observatorio.reciclaje.cu/index.php/en/index-php/626-reciclaje-de-motores-electricos>.
20. Perfil medioambiental del cobre - Copper Alliance. <https://internationalcopper.org/wp-content/uploads/2021/07/ICA-EnvironmentalProfileHESD-201709-Spanish-R2.pdf>.
21. ¿Cuál es el impacto ambiental de la extracción del cobre? <https://respuestasrapidas.com.mx/cual-es-el-impacto-ambiental-de-la-extraccion-del-cobre/>.