

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

**DISEÑO DE DISPOSITIVO MECÁNICO PARA
EXTRAER PARTÍCULAS DE UN ELECTRODO, EN UN PRECIPITADOR
INDUSTRIAL**

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en

PROYECTO Y DISEÑO MECÁNICO

Alumno: JULIO ELIEZER ARTURO ARAVENA CASTILLO

Profesor Guía: SANTIAGO GEYWITZ BERNAL

DEDICATORIA

Sin duda alguna debo destacar a las personas e instituciones que me apoyaron en mi formación profesional educacional y laboral, con quienes he podido compartir en el rubro ejerciendo como proyectista mecánico. En especial a la Srta. Bárbara Venegas, secretaria; Srta. María José Alonso, diseñadora gráfica; ambas del departamento de Diseño y Manufactura, quienes me apoyaron el momento más difícil que he vivido en mientras fui alumno, a los profesores Mario Lucero, Santiago Geywitz, Nelson Rogel y Mario González con quienes tuve clases y fui ayudante en la universidad. En el ámbito profesional al ingeniero en jefe Frank Romero y al ingeniero en jefe y Criss Rojas Gerente General de EPS World; A Imporper y mi jefatura, compañeros y a mi familia, amigos y por último a mi hermana mayor quien quisiera estar presente en este proceso y que hubiese querido verme titulado Ruth Aravena Castillo (Q.E.P.D.), hermana mía te extraño y te amaré hasta el último de mis alientos.

Contenido

DEDICATORIA.....2

CAPÍTULO 1: 7

ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN 7

1. ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN 7

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....7

1.1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

1.2 DIAGNÓSTICO Y METOLOGÍA DE DISEÑO 8

1.2.1 Clarificación de la tarea.....9

1.2.2 Diseño conceptual. 9

1.2.3 Diseño de materialización. 10

1.2.4 Diseño de detalle 10

1.2.5 Contexto de la necesidad.....11

1.2.6 Referencias internacionales de un martillo mecánico 12

1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES 14

1.3.1 Funcionamiento y partes 14

1.3.2 Especificaciones del proyecto 15

1.3.3 Proceso de aplicación del anticorrosivo. 16

1.4 NORMATIVA Y REGLAMENTO 18

1.4.1 Normativa y Decretos chilenos 18

CAPÍTULO 2: 21

PROCEDIMIENTO DE INGENIERIA 21

2. PROCEDIMIENTO DE INGENIERÍA 21

2.1 SOLUCIÓN DEL PROYECTO 21

2.1.1 Altura del equipo 21

2.1.2 Sistemas a utilizar.....22

2.1.3 Descripción de la solución y su funcionamiento.....22

2.1.4 Principales componentes del martillo mecánico 23

2.1.5 Ubicación e instalación del martillo mecánico.....28

2.1.6 Esquema de funcionamiento de un precipitador electroestático 29

2.2 IMPACTO DEL PROYECTO 30

2.2.1 Impacto ambiental 31

2.3 ANÁLISIS SISTÉMICO.....31

2.3.1 Función del martillo mecánico 31

2.3.2 Subsistemas del Martillo mecánico:.....33

2.3.3 Análisis Funcional del proyecto 34

2.3.4 Subsistema Eléctrico 34

2.3.5 Subsistema mecánico.....35

2.3.6 Esquema de los subsistemas.....36

2.4 MEMORIA DE CÁLCULO Y COSTOS DEL PROYECTO 37

2.4.1 Fuerza de golpeo del martillo. 37

2.4.7 Costo y Presupuesto del proyecto 39

2.4.8 Costos directo del proyecto 39

2.4.9 Costos indirectos del proyecto 41

BIBLIOGRAFÍA/WEBLIOGRAFIA 44

ANEXOS 45

1. ANEXO A: PLANO DE CONJUNTO 45

47

ANEXO B: PLANOS DE FABRICACIÓN. 48

RESUMEN

Keywords: EJE – MARTILLO- PRECIPITADOR- EPS - MECÁNICO – INDUSTRIAL-ELECTROESTÁTICO-ELECTRODO-MANUFACTURA-MATERIAS PRIMAS.

El presente trabajo de título tiene como objetivo desarrollar el diseño de un sistema de martillado conectado por un eje para extracción de partículas de un electrodo, este mecanismo se encuentra dentro de un precipitador industrial, dirigido a diversas empresas del rubro manufacturero y de materias primas. En específico, este trabajo de título dará a conocer el diseño de un sistema de martillos que sirva para la extracción de partículas adheridas a un electrodo industrial. El diseño permitirá a la purificación de gases y a contribuir con un aire más limpio, específicamente para el rubro de la minería, industrias que trabajen con celulosa, cementeras entre otras.

El capítulo uno abarcará los antecedentes necesarios para el estudio y elaboración de un DISEÑO DE MARTILLO PARA EXTRAER PARTÍCULAS DE UN ELECTRODO, siguiendo con el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, metodología de diseño a utilizar, especificaciones técnicas generales, el análisis de la necesidad para implementar en el contexto de la industria manufacturera, basado en la investigación de distintos modelos de martillos industriales con tecnologías similares, y las normativas aplicables para este diseño.

Para finalizar, el capítulo dos incluirá tanto la ingeniería básica, como la ingeniería de detalle del proyecto, siguiendo paso a paso las indicaciones de la metodología de diseño aplicada. Se darán a conocer las propuestas de diseño para brindar una solución a la problemática, su respectivo análisis sistémico, análisis funcional, características técnicas específicas en relación al área mecánica para, finalmente hacer una memoria de cálculo y ubicación de materiales y costos asociados al proyecto.

INTRODUCCIÓN

Los avances económicos y tecnológicos en el rubro de la industria manufacturera y de materias primas ha provocado que se necesiten sistemas que ayuden al aprovechamiento en la producción de estas mismas, así como un sistema automatizado que entregue una producción más rápida, segura y eficaz, el cual parece ser más eficiente para la producción de materias primas.

A partir de esto, no es difícil pensar que instituciones que trabajan en el rubro minero, industrias de materias primas y manufactureras se vean en la priorización de implementar mecanismos en ayuda a la producción de estas industrias, con la finalidad de obtener mayor producción acorde a las necesidades de mercado.

En este proyecto se diseñará un sistema de martillos mecánicos conectados por un eje, que componen un precipitador industrial, lo que facilitará la extracción de partículas sólidas que se encuentran adheridas en un electrodo y que mediante esta acción pueda hacer una limpieza de esta estructura cuya función es ayudar a limpiar el aire industrial. Es por ello que se investigará, analizará, realizará y evaluará un diseño adecuado a las condiciones características del terreno y presupuesto según las necesidades de la industria. También se estudiarán diversos temas, necesarios para una base técnica y sólida que valide cada dato obtenido. Para esto se calcularán los componentes principales, se analizarán bajo estudios teóricos, dando paso a al diseño final y su respectiva planimetría.

Con estos resultados obtenidos se puede realizar un proyecto mecánico, que busca a futuro realizar proyectos más eficientes para la industria minera y manufacturera, respetando sus características técnicas y económicas.

CAPÍTULO 1:

ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN

1. ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN

En el primer capítulo se entregarán las referencias básicas del proyecto, comenzando con los objetivos, metodología de diseño a utilizar, propuestas que buscan dar solución a la problemática, análisis del contexto en el cual se busca utilizar el proyecto, referencias internacionales que existen en la actualidad, especificaciones técnicas generales y normativa aplicable.

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se expondrán los objetivos. Estos componen el conjunto de etapas que se busca llevar a cabo para cumplir con la solución del proyecto. Estos objetivos se dividirán en (1) objetivo general, el cual representa la meta del proyecto de título y (2) objetivos específicos, que son los pasos a seguir para lograr este fin.

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un martillo mecánico para la extracción de partículas.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivos específicos.

- Establecer una metodología de diseño para el proyecto
- Organizar y analizar la información recopilada.
- Seleccionar la solución de diseño más adecuada a las necesidades del proyecto.
- Generar la ingeniería básica y de detalle del proyecto.
- Determinar la ubicación y costos asociados al proyecto.

1.2 DIAGNÓSTICO Y METOLOGÍA DE DISEÑO

La metodología de diseño seleccionada para el proyecto será la denominada MODELO DE FASES, del arquitecto y diseñador industrial Michael French, quien postula que la solución a los problemas de diseño puede expresarse en cuatro niveles generales, y cada uno de estos niveles determina el resultado de las etapas sucesivas. Esta metodología nace con una necesidad, es decir, un problema que requiere una solución.

Cuando se tiene clara la necesidad o problemática, viene el primer paso: el análisis del problema, básicamente es la clarificación de la tarea a desarrollar.

Como segundo paso, se encuentra el diseño conceptual este se basa estrictamente en generar los esquemas más adecuados para el diseño, haciendo la selección de las ideas factibles, innovadoras y económicamente viables.

En el tercer paso, se realizará el diseño de materialización del proyecto en otras palabras, todos los ítems que incluyen la ingeniería básica del proyecto, tales como el croquis, diseños previos y solución final.

Finalmente, el cuarto paso, es el desarrollo de detalles donde se realizará la ingeniería de detalle. Esta instancia es la que contiene mayor información, debido a la gran cantidad de especificaciones y cálculos respectivos que son requeridos en el proyecto, como se muestra en la Tabla 1-1.

PASOS MODELOS DE FASES	
Paso 1: Clarificación de la tarea	Resultado: Especificaciones del proyecto
Paso 2: Diseño conceptual	Resultado: Principios de solución – Estructura funcional.
Paso 3: Diseño de materialización	Resultado: Conceptos definidos del diseño
Paso 4: Diseño de detalle	Resultado: Planimetría correspondiente

Tabla 1-1 Pasos metodología de diseño

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1 Clarificación de la tarea.

En esta primera etapa se hace referencia a una idea que incluye determinados aspectos sobre el proceso es importante destacar que no tiene un nivel de concreción suficiente para permitir iniciar el trabajo de diseño de forma correcta y acertada.

Las especificaciones orientan el trabajo en todas las demás fases del proceso de diseño. Sin embargo, es posible que las actividades que se realicen en etapas posteriores se modifiquen, con respecto al plan original. Cabe la posibilidad que dichos cambios sean en torno a la percepción de la problemática a solucionar y, en consecuencia, se hagan revisiones sobre las especificaciones iniciales.

La clarificación de la tarea corresponde al diseño de un Martillo mecánico, con el fin (a) de ser implementado en un precipitador industrial y se puedan extraer las partículas de un electrodo y (b) que se pueda fabricar siguiendo estrictamente las especificaciones técnicas de la ingeniería de detalle. Para el proyecto se establecieron especificaciones básicas:

- Las dimensiones y geometría serán adecuadas para la fabricación y montaje.
- Diseño simplificado y seguro.
- El proyecto se basa en un presupuesto limitado por el cliente que demanda el producto posterior a su aprobación.

1.2.2 Diseño conceptual.

Para las especificaciones del mecanismo a diseñar, se originarán diversas alternativas de solución que serán evaluadas y conducirán a la selección de la idea más factible para el proyecto. Puede que en el proceso se tenga que reevaluar y cambiar algunos requerimientos debido a que las soluciones son demasiado complejas y/o de alto costo. **Esta etapa del proceso de diseño es, en rasgos generales, la que brinda la factibilidad a los pasos posteriores.**

Es estrictamente necesario que los ambientes para la creatividad en esta etapa sean los más óptimos, así se podrá obtener un resultado más favorable dentro de la fabricación del martillo.

Para el proyecto se deben analizar los aspectos generales y sus posibles soluciones, tales como: las dimensiones generales del conjunto; la distribución y cantidad de martillos; tipo de material a utilizar; los métodos de seguridad para la fabricación y montaje de los equipos; parámetros ergonómicos, para una instalación y posterior mantención, seguro y simple.

Una forma correcta para dar solución a los distintos puntos es la investigación de los martillos existentes con funciones similares, analizar cómo es el funcionamiento de los mecanismos empleados para el funcionamiento del sistema de martillos, determinando los elementos y componentes mecánicos y establecer cómo realizar la instalación del conjunto bajo la normativa vigente. La incorporación de nuevos mecanismos ayudará a aumentar de la fabricación del proyecto.

En resumen, el diseño conceptual evalúa las condiciones de factibilidad del proyecto, para dar paso al siguiente punto de la metodología.

1.2.3 Diseño de materialización.

Cuando ya se ha escogido una solución, debe materializarse el objeto diseñado a través de un conjunto organizado de componentes, enlaces y otros elementos, por ejemplo, sus materiales, formas, dimensiones y acabados. Como resultado se obtendrán conceptos definidos que mostrarán la forma de ensamblar las diferentes piezas.

A esta parte de la metodología de diseño se le denomina ingeniería básica de proyecto. Aquí se incluye la solución final del mismo y los análisis de cada subsistema del diseño.

1.2.4 Diseño de detalle

Esta será la última etapa del proceso de diseño la cual proporciona la información a través de planimetría de conjunto y memoria de cálculo del proyecto. Tiene como objetivo generar la documentación necesaria para la fabricación del objeto o producto además es en esta instancia que se realizan los planos de fabricación del proyecto con sus respectivos cálculos.

Por la gran cantidad de información incluida, esta etapa será la más extensa a desarrollar en otras palabras, será la ingeniería de detalle, en donde se mostrarán los resultados de las ideas que surgieron en la ingeniería básica del proyecto.

A continuación, se da a conocer la estructura de cómo abordar el proyecto en su proceso de diseño a modo de resumen para entender su lógica y progresión. Tabla1-2.

Pasos a seguir en el proyecto	
Tabla resumen	
Necesidad – Problemática	Diseñar un martillo mecánico – Aire industrial contaminado.
Recopilación de la información	Investigación de proyectos similares características – implementación de mecanismos similares - empresas desarrolladoras de este mecanismo.
Identificación de problemática de diseño	Limpiar aire contaminado-limpiar la estructura de partículas de polvo y químicos.
Visualización de características de diseño para el producto	Fabricación – Materiales de calidad – Diseño acorde a la función de golpeo
Diseño conceptual – Ingeniería básica	Croquis con principios básicos de diseño Especificaciones técnicas básicas
Ingeniería de detalle	Desarrollo de plano de conjunto y de fabricación
Documentación – Cubicación – Presupuesto	Memoria técnica – costos asociados al proyecto

Fuente: Elaboración propia

Tabla1-2 Pasos a seguir en el proyecto según metodología “Modelo de Fases”

1.2.5 Contexto de la necesidad

La empresa *EPS World* empresa internacional dedicada a la fabricación, mantención, reparación e inspección técnica de precipitadores industriales, filtros de mangas y sus componentes, me contrata para realizar la planimetría, visitas a terreno e inspección técnica de los mecanismos anteriormente mencionados.

Últimamente, las problemáticas sociales actuales, en nuestro país y en el mundo han provocado que las mantenciones programadas en la industria minera y manufacturera hayan sido reducidas o prácticamente postergadas por tanto, el uso de los componentes en la maquinaria ha provocado un mayor desgaste y eso ha apresurado una falla prematura de funcionalidad del mecanismo o del conjunto entero de un precipitador industrial.

1.2.6 Referencias internacionales de un martillo mecánico

Para la realización de un proyecto de estas características, es importante conocer unas referencias internacionales, buscando antecedentes tales como trabajos realizados por empresas relacionadas con el rubro.

La primera referencia es de la empresa norteamericana, *Southern Enviromental Inc.*, la que fabrica diversos productos como precipitadores, filtros de mangas y repuestos y partes de estos equipos. Figuras 1-1 y 1-2.



Fuente: <https://www.southernenvironmental.com/index.html>

Figura 1-1 Precipitador industrial.



Fuente: <https://www.southernenvironmental.com/parts---services.html>

Figura 1-2 Partes y repuestos de un precipitador industrial.

También existe la referencia de otra empresa que ofrece los mismos productos y servicios *AAF International S.A* de Norteamérica, ofreciendo Precipitadores industriales filtros de manga y repuestos. Figura 1-3.



Fuente: <https://www.aafintl.com/es-es/power-and-industrial/gas-turbine-solutions>

Figura 1-3 Precipitadores húmedos AAF S.A

Y como último ejemplo tenemos a *Antai Group* de China que también ofrece los productos y servicios mencionado en los ejemplos anteriores. Figura 1-4.



Fuente: <https://www.antaichina.com/product/Electrostatic-precipitator-ESP-dust-collector.html>.

Figura 1-4 Precipitador seco Antai Group.

Todos los antecedentes mostrados en las figuras son determinantes para llegar a una solución en el proyecto, ya sea por los servicios que prestan como por los productos que fabrican.

1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

En esta sección se investigan las especificaciones técnicas, tales como el funcionamiento, partes principales que llevará el conjunto, tipos de mecanismos a utilizar. Estos antecedentes deben ser considerados a la hora del diseño y los detalles de proyecto, así como las medidas y geometría básica. Cabe destacar que para este proyecto se debe clarificar el enfoque con el que se abarcará el diseño mecánico, por lo tanto, los asuntos referentes a la electrónica, del precipitador y de los componentes que no formen parte de este conjunto quedan fuera de la investigación, salvo ciertas excepciones, que sean investigadas bajo asesoría externa, como se verá más adelante en este estudio.

1.3.1 Funcionamiento y partes

En la actualidad existen distintas empresas que utilizan este mecanismo, como empresas del rubro minero, cementeras, industrias productoras de combustibles y productoras de materias primas que buscan obtener la mayor cantidad de material durante la extracción de estas, de forma óptima y eficaz. Considerando estas preocupaciones los mecanismos deben ser fabricados para ser instalados en un lugar cerrado y accesible para instaladores, operadores e inspectores de mantención.

- Martillo mecánico: es el elemento más importante dentro del mecanismo del martillo para extraer partículas de un electrodo. Tiene la función de golpear a la estructura donde se encuentran los electrodos provocando que las partículas adheridas a la estructura del electrodo caigan hacia una tolva para su posterior desecho.
- Eje: es el encargado de hacer que el martillo golpee a la estructura al hacer que este gire para que el martillo haga la acción de golpeo.
- Motor y reductor: estos elementos están encargados de dar movimiento al eje que a su vez provocará el movimiento del martillo.
- Brazo: es el elemento que une al martillo con el eje para realizar el golpeo de placas de electrodos.
- Chumacera: Su función es la de fijar el eje que se encargará de dar movimiento a los martillos.
- Método de obtención de energía: Es energía eléctrica basado en energía industrial a través de transformadores adaptados para la industria.

1.3.2 Especificaciones del proyecto

A continuación, se darán a conocer las especificaciones propias del diseño a utilizar que en conjunto darán la factibilidad base para el proyecto.

- Dimensiones generales y geometría básica del proyecto

El mecanismo deberá tener medidas establecidas según lo coordinado entre el cliente y los diseñadores. A partir de esto, se considerarán aspectos relacionados con la fabricación, el traslado y el montaje de la estructura, procurando siempre la viabilidad de implementación. Las dimensiones y la capacidad de golpeo del martillo estarán ligado directamente de las necesidades del cliente y las características del lugar en donde requiere la instalación, de tal forma que sea posible garantizar un buen funcionamiento y posterior revisión técnica.

- Materiales acordes y accesibles:

Se utilizarán materiales adecuados para el proyecto, como acero inoxidable o de calidad superior para la estructura y componentes del martillo. Para obtener mayor información sobre las características de los aceros y el tipo de perfil que se utilizará, se podrá observar el catálogo, en la sección de anexos.

- Pintura y recubrimiento:

Para el aspecto y seguridad del equipo se propone como recubrimiento “pintura anticorrosiva a base de agua”, la cual cumple la función de aislamiento térmico y magnético, para la protección de los equipos en su interior. Este tipo de pintura es utilizada para crear un acabado uniforme en piezas metálicas y, además posee cualidades ecológicas, en cuanto es posible reutilizar el sobrante, evitando desperdicios y abaratando costos. Para aplicar la pintura se necesita de un ambiente controlado denominado “cámara de aplicación de pintura”. Figura 1-5.

Con el fin de explicar en detalle sus características, se dan a conocer algunas de sus propiedades técnicas.

- Recubre todo tipo de superficies, lisas o acanaladas.
- Recubre todo tipo de materiales, ya sean metales ferrosos o no ferrosos, hojalatería, máquinas, aparatos electrodomésticos, etc.
- Es una pintura económica que provee protección en el transporte del martillo y sus componentes.



Fuente: https://www.rustoleumla.com/ch/producto/metal-protection-esmalte-anticorrosivo-acabado-brillante?variant_id=7882

Figura 1-5 anticorrosivo Marca Rust-Oleum

1.3.3 Proceso de aplicación del anticorrosivo.

- Limpieza: el objeto que se requiera pintar se somete a un proceso de limpieza a través de un previo arenado o granallado o simplemente usando líquidos químicos como diluyentes, todo esto será variable según como lo pida el cliente.
- Aplicación: se debe tener un control absoluto del ambiente en donde se aplicará el anticorrosivo. Factores como la humedad, fluidos, o fugas de aire se deben mantener fuera de la zona de trabajo.
- Secado: la calidad de la aplicación del anticorrosivo dependerá principalmente del tratamiento y la limpieza de la superficie del objeto a trabajar. Posteriormente se debe realizar una segunda aplicación del anticorrosivo.

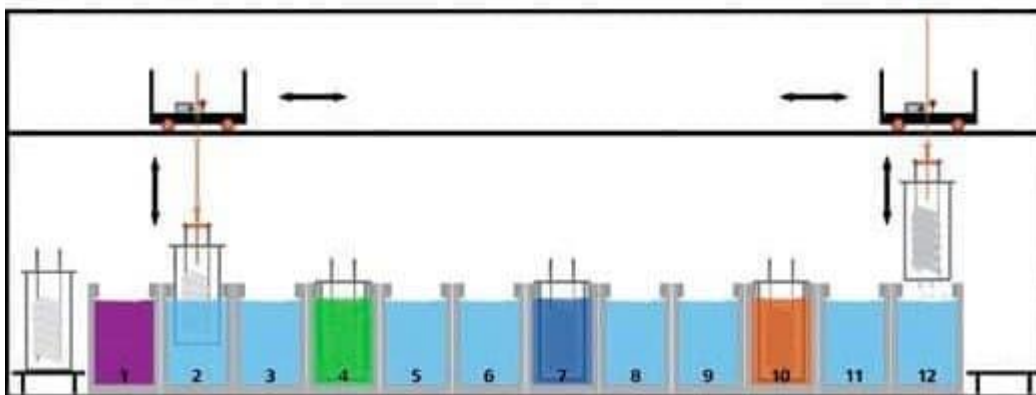
1.3.4 Proceso de zincado de partes y piezas.

Algunas piezas que componen el sistema del martillo mecánico deben pasar por un proceso llamado “zincado” el zincado o electrozincado, es un proceso en el que se adhiere una capa de zinc al acero para protegerlo contra la corrosión, que es el deterioro de un material cuando está en contacto con el aire y la humedad, regresando a su forma de mayor estabilidad o de menor energía interna (generalmente mineral). El electrozincado es el método de recubrimiento electrolítico de acero más utilizado. Este proceso de recubrimiento garantiza una protección razonable contra la corrosión y una apariencia agradable de las piezas a un coste bajo. El recubrimiento también se usa para mejorar las propiedades anticorrosión y la persistencia de la pintura.

Se lleva a cabo en frío (por eso a veces se llama -erróneamente- galvanizado en frío), la capa de zinc es mucho más fina (2-25 micras en continuo y 2,5-10 micras en discontinuo) y se usa cuando se requiere una resistencia menor a la corrosión y una fortaleza mecánica menor, y unas mayores cualidades estéticas. Por eso se usa especialmente en aplicaciones de interior.

Este procedimiento consiste en aplicar zinc a la lámina de acero y decapar por electrodeposición. A diferencia de otros revestimientos de zinc, como el pintado con zinc, el proceso de zincado es continuo y el espesor del revestimiento es mínimo, e igual que el galvanizado, implica una serie de baños y enjuagados antes del baño de zinc

En la siguiente figura se muestran los procesos del zincado.



Fuente: <https://ferrosplanes.com/proceso-de-zincado-que-es-y-que-ventajas-tiene/>

Figura 1-6 Proceso del electrozincado.

1. Baño de desengrase en ácido (1)
2. Baños de enjuague (2 + 3)
3. Baño de decapado en ácido (4)
4. Baños de enjuague (5 + 6)
5. Baño de zinc alcalino (7)
6. Baños de enjuague (8 + 9)
7. Baño pasivante (10)
8. Baños de enjuague y limpieza (11 + 12)

1.4 NORMATIVA Y REGLAMENTO

1.4.1 Normativa y Decretos chilenos

- Nch 44: Inspección de los atributos por tablas y procedimiento de muestreo
 - La Nch 44 especifica los parámetros y procedimientos para la inspección de los atributos de productos o lotes. Este cumple con los criterios de nivel de calidad aceptable.
- Nch 203: Obligaciones del proveedor y la calidad del material.
 - Esta norma establece los requisitos de calidad para la aceptación del material que deben cumplir los aceros, sean estos aceros al carbono, aceros de alta resistencia, destinados a estructura de usos generales y para construcciones sometidas a cargas diversas.
- NCh 1137.Of1977 Acero – Piezas estampadas en caliente – Tolerancias en las dimensiones.
- NCh 1360.Of1984 Tuberías de acero, fierro fundido y asbesto-cemento para conducción de agua potable – Pruebas en obras.
- Nch 1467 Of 78: Prevención de riesgo en corte y soldadura.
 - Esta normativa establece las consideraciones generales y medidas de prevención mínimas que es necesario considerar al efectuar trabajos de corte y soldadura.
- Nch 1699 Of .71: requisitos de parámetros para uniones soldadas.
- Nch 2220 Of.92: pintura y barnices - adherencias.
 - La Nch 2220 establece los requerimientos para establecer una correcta adherencia en distintos tipos de superficies y materiales.
- Norma ANSI / IEC 60529 – 2004.
 - La norma ANSI / IEC 60529 – 2004, determina los grados de protección IP (*International Protection*) de los equipos eléctricos o electrónicos frente la entrada de agentes externos: polvo o agua.

Esta última norma es de vital importancia debido a las características propias del proyecto, ya que el equipo a diseñar tendrá en su interior los electrodos junto a su instalación eléctrica correspondiente. Este equipo debe poseer un índice de protección frente al ingreso de material particulado y humedad, considerando el lugar en donde se instalará.

Esta norma designa los grados de protección de un equipo con las siglas IP y dos dígitos. El primer dígito tiene relación con el ingreso de material particulado que es determinado mediante una escala designada con los valores 0 a 6, siendo el número “0” para la nula protección, y el número “6” para una protección total garantizada.

El segundo dígito tiene relación con el ingreso de humedad o agua en forma directa el cual también es determinado mediante una escala con los valores 0 a 8, siendo el número “0” para la nula protección y el número “8” para la protección total garantizada. A continuación, se da un ejemplo de grado de protección IP. Figura 1-7.



Fuente: <https://www.teltronic.es/ANSI-IEC-60529>

Figura 1-7 Ejemplo grado IP-55

Cuando se realiza cualquier tipo de instalación es importante conocer el contexto ambiental ya que cada medio tiene características propias, como la posibilidad de lluvia o viento, humedad o temperatura entre otras, que pueden corroer y fatigar el material del producto ya instalado. Es por esas razones que cada material y producto final debe disponer de un Índice de Protección IP.

Para lograr un índice de protección IP adecuado, existen tablas que guían e indican cada valor dentro de la escala de elementos granulados y elementos húmedos o líquidos. Figura 1-9.

IP	(y) Protección a líquidos	IP	(x) Protección al polvo
1	 No debe entrar el agua cuando se la deja caer, desde 200 mm de altura respecto del equipo, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm³ por minuto)	1	 (esfera de 50 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
2	 No debe entrar el agua cuando de la deja caer, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm³ por minuto).	2	 (esfera de 12,5 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
3	 No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical	3	 (esfera de 2,5 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
4	 arrojada desde cualquier ángulo a un promedio de 10 litros por minuto	4	 (esfera de 1 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
5	 No debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo)	5	 La entrada de polvo no puede evitarse, pero el mismo no debe interferir con el correcto funcionamiento.
6	 No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro	6	 El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia
7	 No debe entrar agua.		
8	 No debe entrar agua.		

Fuente: <https://incared.net/2015/08/05/grado-de-proteccion-ip66-y-variedades>

Figura 1-8 Tabla de valores de protección contra sólidos y líquidos

Con los criterios indicados en la tabla anterior, para lograr un gran desempeño, durabilidad, y calidad alta, este sistema debería utilizar (como mínimo) un grado IP – 55, lo cual quiere decir que la entrada de polvo no interfiere con su funcionamiento, y que no existe entrada de agua a chorro alguna. C

El valor IP-55 es compatible con entornos cerrados, libre de cualquier tipo de humedad, como por ejemplo bibliotecas, oficinas, salas multiuso, entre otras.

Dicho esto, para que el diseño cumpla a cabalidad la IP estimada, se deben realizar pruebas con un prototipo o modelo ya instalado, y la autorización depende de un profesional certificado en el área.

CAPÍTULO 2:

PROCEDIMIENTO DE INGENIERÍA

2. PROCEDIMIENTO DE INGENIERÍA

En el segundo capítulo se presentará la solución de la problemática descrita en el capítulo 1: Diseñar un martillo mecánico para extracción de partículas de un electrodo, de forma segura, con materiales y con adecuación geométrica para el lugar donde será instalado.

La solución se expondrá por medio de imágenes de los modelados 3D, además del análisis sistémico y funcional del proyecto para alcanzar un mayor entendimiento y claridad de parte del lector que indague en el tema expuesto, ya que es poco común. Además, se incluirán los impactos asociados al proyecto, tales como lo educativo y lo económico.

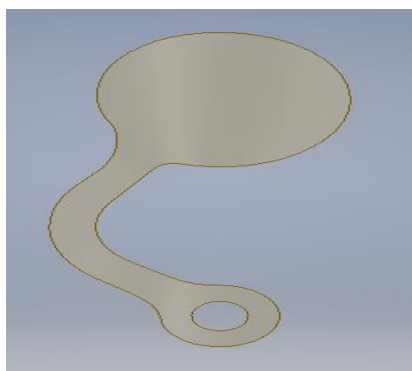
2.1 SOLUCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se darán a conocer los antecedentes que se consideraron para llegar a la solución de la problemática de diseño, para que cumpla con los requisitos expuestos en el capítulo 1. Los aspectos que se consideraron para la idea principal se pueden dividir en: altura del equipo, sistemas a utilizar y método de energía para el funcionamiento del equipo.

2.1.1 Altura del equipo

La problemática relacionada con los espacios considera generar una mayor estabilidad a la estructura, pero al mismo tiempo no provocar algún riesgo al usuario que manipulará los elementos en la instalación del equipo y en la mantención de este mismo.

Una de las opciones para diseñar el equipo es crear una estructura formada por círculos y cuerdas de una altura adecuada. Figura 2-1. (Esto depende de los requerimientos del cliente y varía según cuanto golpeo se le dará al electrodo). Es importante considerar que la estructura tendrá una base que la mantendrá alejada del suelo y, por ende, de la humedad. Deberá existir una coherencia entre base y altura con el fin de mantener un ritmo de golpeo que permita una remoción efectiva de limpieza de partículas.

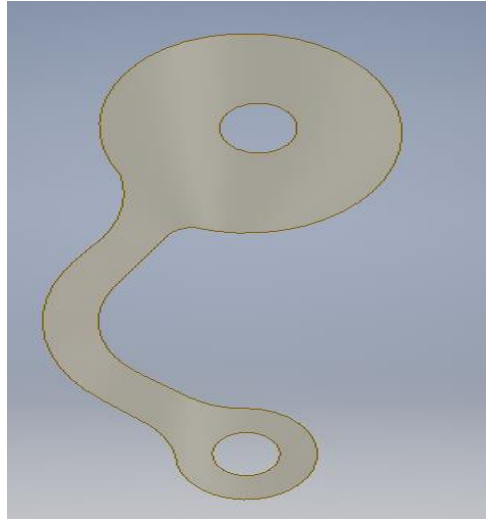


Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-1 Diseño geométrico del martillo mecánico

2.1.2 Sistemas a utilizar

Otro antecedente que se consideró fue realizar una perforación en la circunferencia más grande que aparece en la figura 2-1. Esto es para alivianar la pieza al momento de realizar el golpeo, pero la implementación de esta propuesta de diseño está incluida en el diseño final, sin embargo, no quedarán posteriores cambios de diseño del producto. Figura 2-2



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-2 Martillo Mecánico con perforación en la circunferencia superior.

2.1.3 Descripción de la solución y su funcionamiento.

Para dar solución a la problemática de diseño se tomaron en consideración los puntos 2.1.1 y 2.1.2, además de los aspectos estudiados en la metodología de diseño.

El equipo contará con una estructura fabricada de acero inoxidable A316, esto con el objetivo de obtener protección a la corrosión. Por otra parte tiene la dureza que se necesita para este proyecto, ya que este martillo es el que produce la vibración de las placas de electrodos. Las medidas del martillo para su fabricación se podrán encontrar en la sección de anexos.

Esta solución de diseño tendrá una chumacera y el martillo estará fijado mediante un pasador y un candado, en la circunferencia menor estará fijada por un eje, este mismo accionado por un motor que hará la rotación que provoca la acción de golpeo del martillo. El procedimiento de mantenimiento será especificado en el análisis funcional del producto.

2.1.4 Principales componentes del martillo mecánico

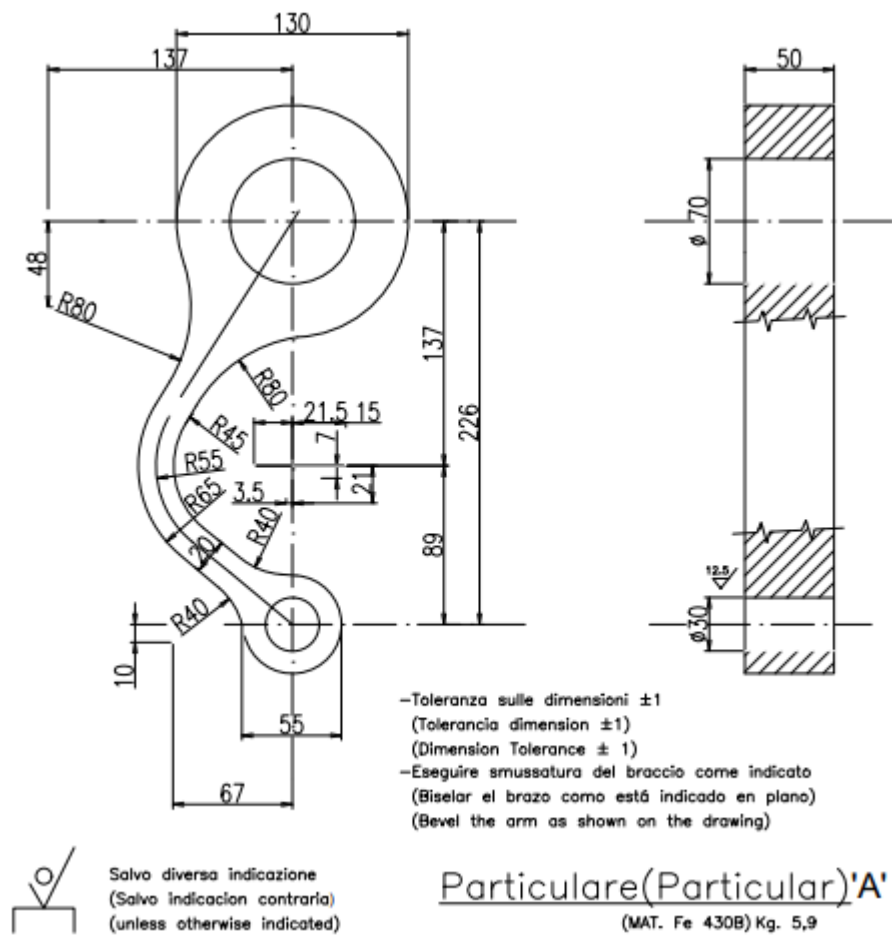
Para el proyecto se utilizarán componentes específicos los cuales permitirán el funcionamiento correcto y el propósito para el cual el sistema fue diseñado.

2.1.4.1 Martillo mecánico de golpeo:

Se seleccionará el martillo según su forma más adecuada en aspectos de seguridad, calidad, forma y finalidad. Ésta se va a montar mediante un eje que a su vez por medio de un motor eléctrico este va realizando periódicamente el golpeo de las placas de los electrodos. Uno de los factores más importantes del martillo mecánico es su ciclo de vida, es decir, la cantidad de veces que se puede accionar, es vital que el material del martillo sea de larga durabilidad.

La empresa encargada de la fabricación del martillo es “KULUN”, de procedencia china, el cual es el encargado de fabricar el martillo mecánico y los demás componentes del mecanismo. Cuenta con una estructura interna y externa de acero inoxidable además de un diseño de forma compacta, lo que permite una fácil instalación dentro del precipitador. Este martillo va fijado con una abrazadera la cual mediante un perno y tuerca M25 calidad material NCD34, cabe a destacar que en la siguiente figura aparece un martillo fabricado con acero FE 430B, pero para este proyecto se optará por el Acero A 316 ya que es para ambientes más corrosivos.

Las dimensiones de este elemento se mostrarán a continuación. Figura 2-3.



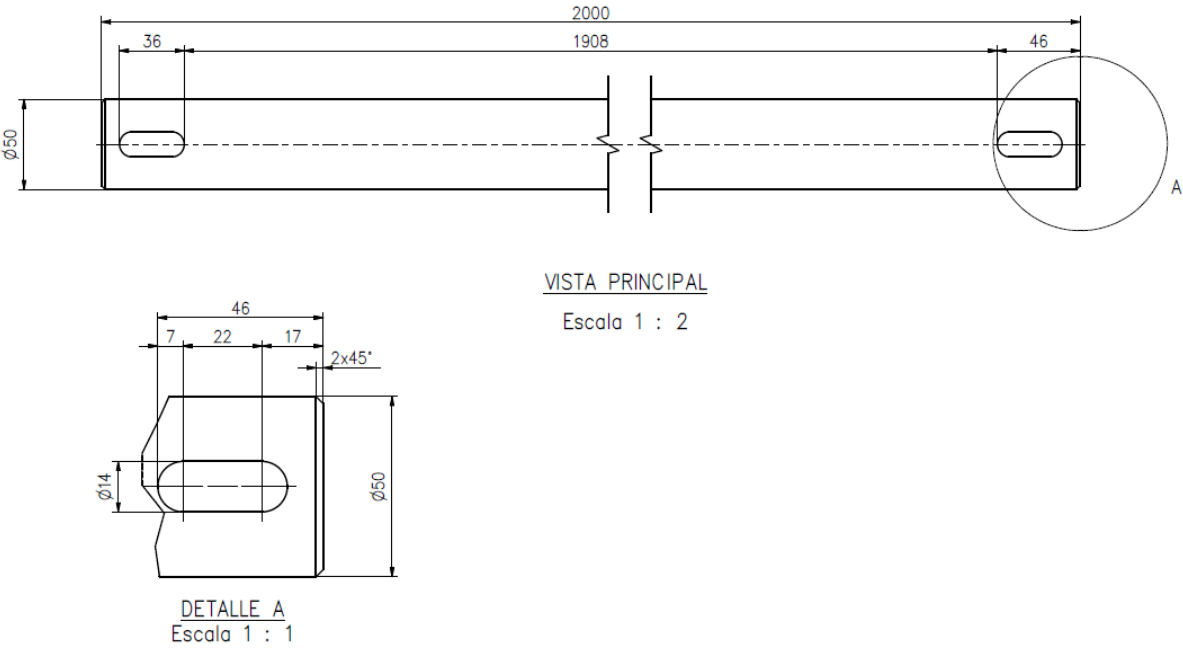
Fuente: elaboración propia

Figura 2-3 Dimensiones del martillo mecánico.

2.1.4.3 Eje:

Un sistema mecánico como este necesita de un eje para la transmisión de la rotación provocada por un motor. Un eje es un elemento de máquina giratorio, generalmente de sección transversal circular, que se utiliza para transmitir potencia de una parte a otra, o de una máquina que produce potencia a una máquina que absorbe potencia.

El eje seleccionado para este proyecto es un eje dibujado para su posterior fabricación con sus dimensiones correspondientes. En la sección de anexos se puede encontrar la planimetría correspondiente de este elemento y sus detalles correspondientes. En la siguiente figura se puede observar los detalles de fabricación del eje. Figura 2-5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-5 Eje mecánico

2.1.4.5 Distribución de los martillos en el sistema mecánico

Los martillos deben estar distribuidos entre las conexiones que hay entre el motor, el acople flexible, las chumaceras y el eje. Para este proyecto se usarán 5 martillos con 5 ejes, los cuales se sujetarán con una abrazadera al eje. El acople flexible para este proyecto se elige según el torque y la potencia del motor. En la siguiente figura 2-6 se muestra un conjunto con 1 martillo conectado al sistema mecánico.

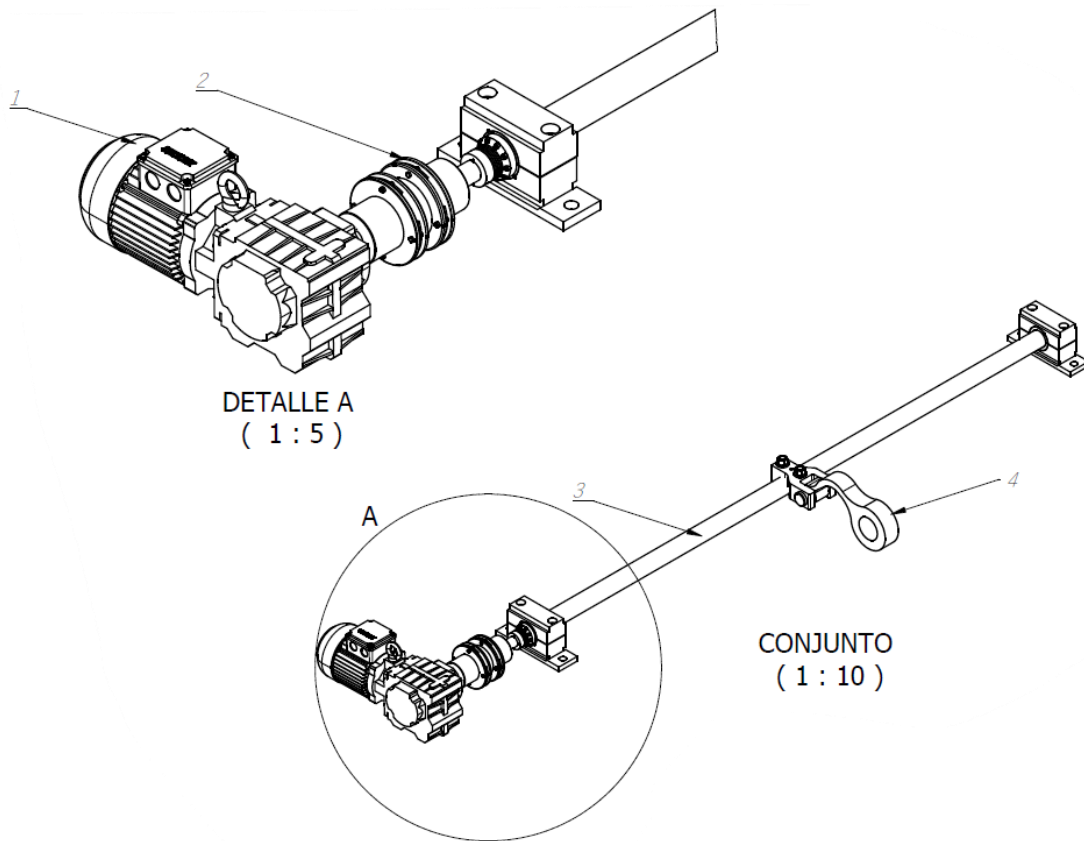


Figura 2-7 Eje mecánico

Fuente: Elaboración propia

2.1.5 Ubicación e instalación del martillo mecánico

La ubicación de instalación para el martillo mecánico es una sala interna del precipitador electrostático, el cual en conjunto con la placa base de la chumacera se fija en la estructura donde se encuentran los electrodos a través de pernos y tuercas. Posteriormente fijada la chumacera a la placa base, se procede a la conexión de los ejes y del motorreductor al eje de la chumacera.

Finalmente, el martillo mecánico se instala dentro de la sala junto a la abrazadera afirmándose del eje. En la siguiente figura aparecen señaladas las partes que componen este sistema.

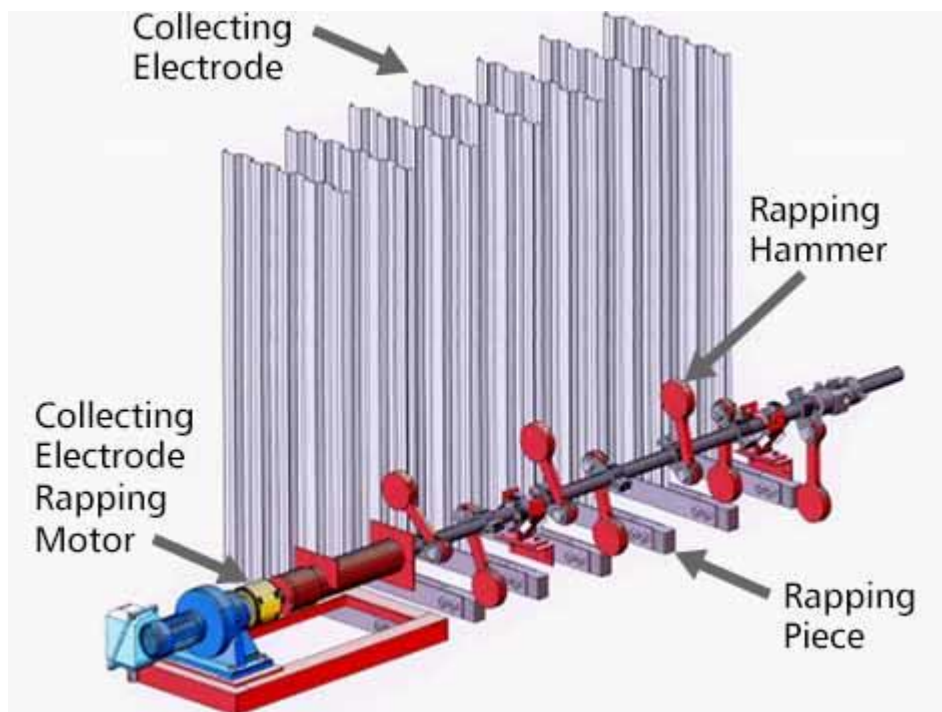
Donde:

Collecting Electrode: Electrodo recolector.

Rapping Hammer: Martillo de golpeo (Martillo mecánico).

Rapping piece: Pieza que recibe el golpeo.

Collecting Electrode Rapping Motor: Motor del martillo de golpeo.

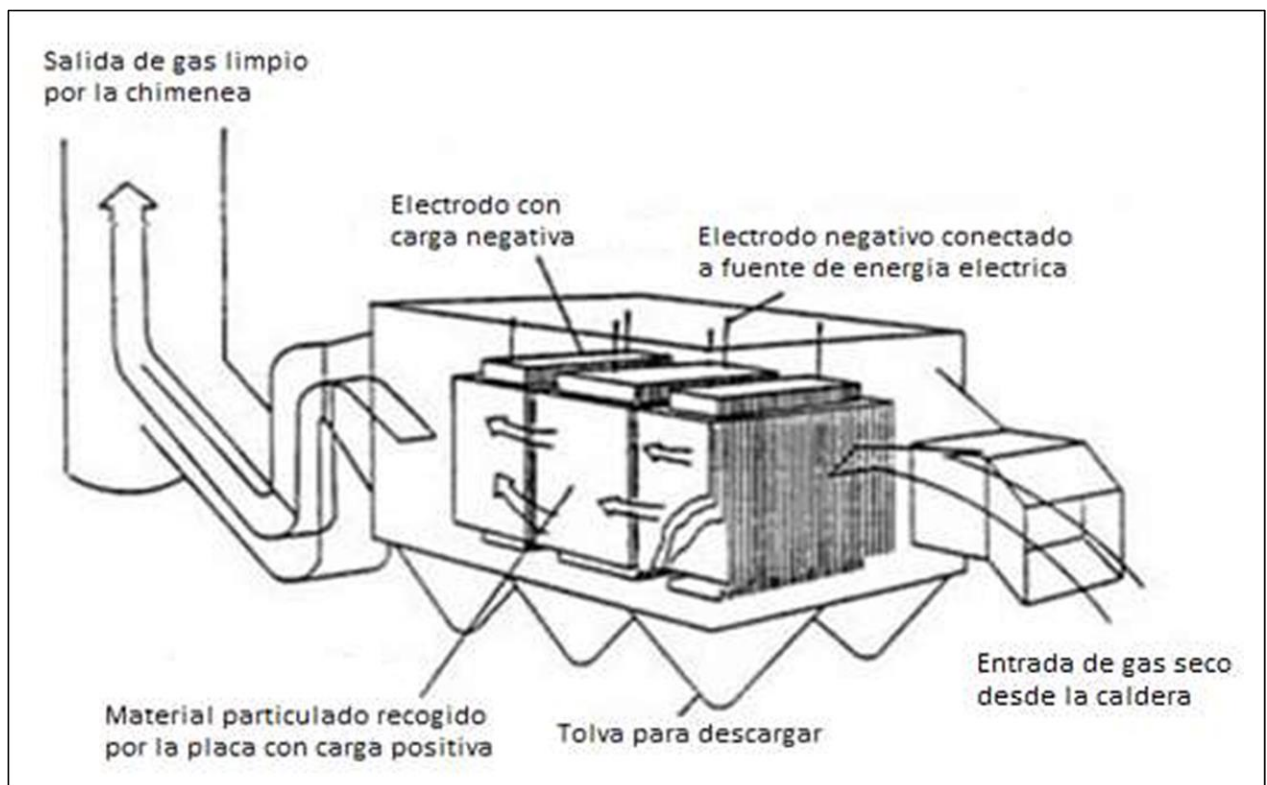


Fuente: <https://power.mhi.com/products/aqcs/lineup/dust-collector>

Figura 2-8 Ubicación del martillo mecánico dentro de un precipitador electrostático.

2.1.6 Esquema de funcionamiento de un precipitador electrostático

Un precipitador electrostático explicándolo en términos simples es un dispositivo descontaminador de aire industrial que usa las fuerzas eléctricas para atraer las partículas a los electrodos con carga positiva, y la función del martillo mecánico, como fue explicado en el punto 2.1.5 es golpear el marco de electrodos para así liberar las partículas que están en él. Esas partículas caen a una tolva donde paran finalmente en depósitos de desechos industriales con un resultado final de gas limpio liberado por una chimenea. En la siguiente figura se muestra el proceso que ocurre con los gases en un precipitador.



Fuente: <http://repobib.ubiobio.cl>

Figura 2-9 esquema funcionamiento de un precipitador industrial.

2.2 IMPACTO DEL PROYECTO

La evaluación de impacto de un proyecto, sea cual sea su envergadura, es un tipo de evaluación muy particular. El estudio de impacto determina si un proyecto tuvo un efecto en su entorno en variados términos, ya sean económicos, sociales, medioambientales e institucionales, según la OGDE (Organización para la Cooperación y desarrollo Económico). Al abordar una evaluación de impacto es necesario destacar:

- La relación de Causalidad:

Todo proyecto nace desde un cuestionamiento, una duda o una necesidad. Esto da origen a un proyecto que busca conectarse con una sociedad, en general; pero también con una empresa o personas individuales. Desde allí, desde la causa, se origina un proyecto.

- La variedad de Impactos:

Son específicamente los tipos de impacto que se pueden producir en la ejecución de una intervención ya sea económica, técnica, social, cultural, educativa, entre otras. En este punto se considerará si dicho impacto puede ser anticipado o no.

La evaluación de impacto se basa en el contraste entre una situación o estado de partida y lo que se genera una vez que un proyecto se ha llevado a cabo.

1. Impacto en la sociedad:

- ¿Provoca desarrollo económico?
- ¿Estimula cohesión social?
- ¿Abre mercado laboral?

2. Impacto en la empresa:

- ¿Mejora el clima laboral?
- ¿Muestra innovación?
- ¿Entrega aprendizaje grupal?

3. Impacto en la persona

- ¿Mejora condiciones de trabajo o estudio?
- ¿Ayuda al desarrollo profesional?
- ¿Genera aprendizaje individual?

2.2.1 Impacto ambiental

En el caso puntual del contexto de estudio de este mecanismo la implementación de equipos y sistemas tecnológicos como lo es la construcción de un precipitador a empresas del rubro de obtención de materias primas como mineras y procesadoras de celulosa entre otras, cambiará de gran manera el cómo purificar el aire lleno de residuos nocivos tanto para el medio ambiente y para los seres humanos ,purificará el aire y eliminará los residuos usando el sistema mecánico del martillo, generando un espacio laboral tanto en la construcción del mismo como en el mantenimiento de los mecanismos como la estructura del martillo.

La purificación del aire industrial es vital para las empresas manufactureras debido a su alto costo. Cabe a destacar que las emisiones de gases permitidos están reguladas bajo leyes ambientales en Chile. La implementación del sistema garantizará una buena calidad del aire, ya que estarán en las condiciones en que el mecanismo opere a su máximo potencial, libre de elementos tales como partículas de gases, ácidos y partículas sólidas como el hollín. Además, por las características mecánicas de los distintos elementos que lo componen (martillo, eje, chumacera y los elementos mecánicos pequeños que lo componen) la purificación del aire industrial será viable.

2.3 ANÁLISIS SISTÉMICO

El proyecto consta de dos divisiones: área eléctrica y área mecánica.

En el área estructural se encuentra la estructura general, la que está compuesta por distintos componentes como el martillo, el eje, la chumacera y el motor. En este capítulo se logrará aplicar a través de una caja negra, el comportamiento que tendrá el sistema al momento de la ejecución de la acción del mecanismo e igual modo se expondrá la funcionalidad del martillo mecánico.

2.3.1 Función del martillo mecánico

Este ítem explica la funcionalidad del proyecto, analizando sus ventajas y desventajas.

Dentro de las ventajas de este sistema, encontramos:

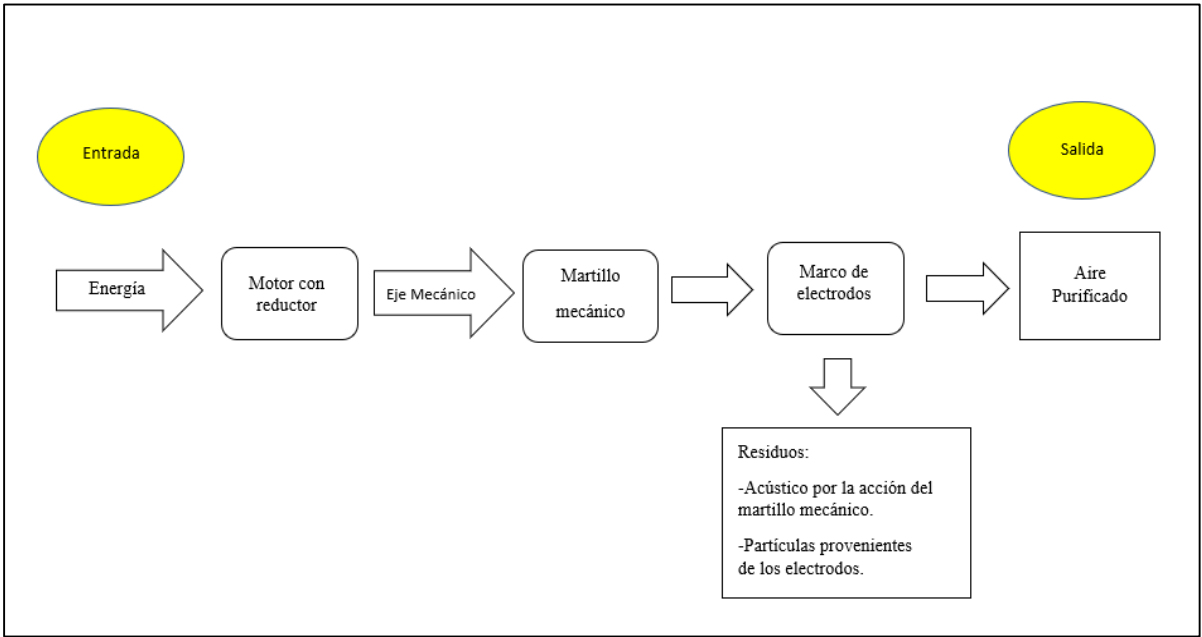
- Las empresas del rubro de producción de materias primas y obtención de minerales entre otros, harán uso de un sistema mecánico de rápida y de fácil instalación.
- Los técnicos de mantenimiento de manera más eficiente la mantención o reparación de los elementos mecánicos las piezas, ya que los elementos son de fácil instalación y de fácil reposición.
- El sistema con una correcta mantención funcionará al 100% de su capacidad limpiando el aire industrial emitido en los procesos de producción de materias primas y obtención de minerales.

Sin embargo, este proyecto tiene una desventaja:

Es necesario considerar un técnico especialista capacitado que se mantenga de manera estable ya sea empresa externa o de la misma empresa como por ejemplo Codelco Ministro Hales, con la finalidad de mantenerlo en condiciones óptimas. **Eso significa un costo en contratación de personal.**

Además, si no hay un correcto mantenimiento de este sistema mecánico, habrá fallas del sistema de purificación del precipitador industrial, como perfiles doblados por excesivo martillado, obstrucción en los sistemas de ventilación del precipitador, **Eso significa una falla catastrófica en el precipitador industrial y al no purificar bien el aire la empresa se arriesga a multas y sanciones mediante el ente fiscalizador correspondiente.**

Podremos analizar la caja negra, donde se muestra una entrada y una salida. En la entrada del sistema se observa aquello que es necesario para iniciar la purificación del aire industrial: la “Energía”, proporcionado por “motor con reductor” para que el “eje mecánico” se accione para el siguiente paso: el “Martillo mecánico” se mueva golpeando al “Marco de electrodos” y obteniendo los residuos industriales que se encuentran depositados en los electrodos. Figura 2-8.



Fuente: Elaboración Propia

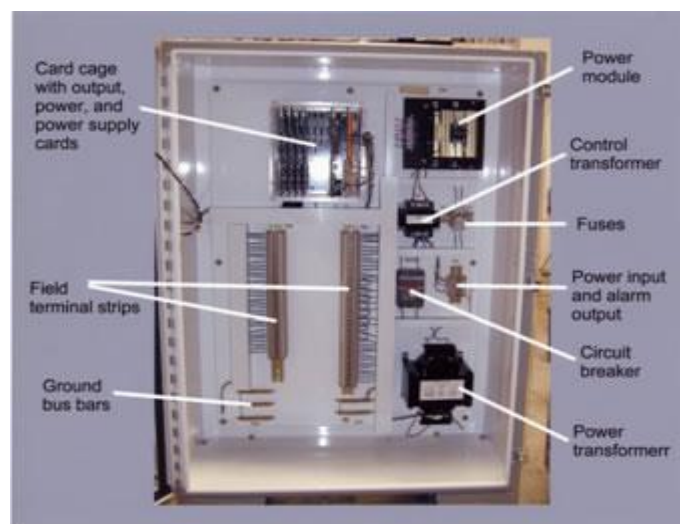
Figura 2-10 Sistema de caja negra

2.3.2 Subsistemas del martillo mecánico:

El objetivo principal de esta subsección es describir los subsistemas del Martillo mecánico desglosándolo en distintas partes principales para luego explicar el análisis funcional de cada uno de estos.

- Subsistema eléctrico:

Es aquel que energiza el motor, por lo que provoca el movimiento del martillo mecánico es la principal fuente de energía de este sistema mecánico, haciendo imprescindible su uso. Cabe destacar que el transformador es el transformador original de un precipitador industrial construido a principios de la década de 1960.



Fuente: https://redkoh.com/article_49_Rapper-Controls.cfm

Figura 2-11 Subsistema Eléctrico (tablero de control).

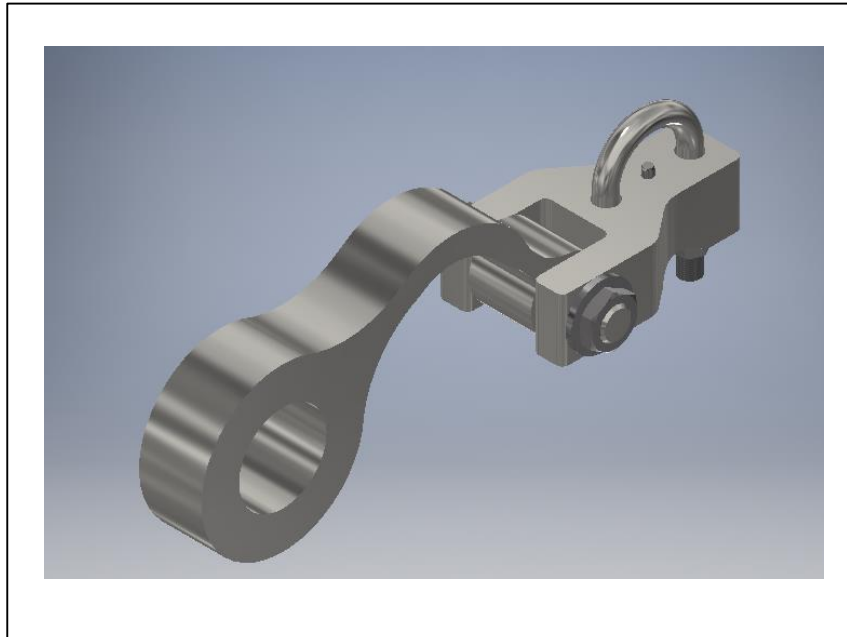


Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/electrical-transformers-scrap-14701467188.html>

Figura 2-12 Subsistema Eléctrico (Transformador industrial 220 V).

- Subsistema mecánico:

Se conforma del sistema que ayuda a la fijación y al funcionamiento del martillo, compuesto de un candado, abrazaderas y pasadores que ayudan a la fijación y al movimiento del martillo. Figura 2-13



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-13 Subsistema Mecánico (Candado con abrazadera y pasadores)

2.3.3 Análisis funcional del proyecto

El objetivo principal del análisis funcional es explicar las divisiones de los subsistemas que existen en el equipo diseñado, de manera que se puedan definir los elementos del subconjunto y la funcionalidad de cada uno de ellos.

2.3.4 Subsistema eléctrico

Su principal objetivo es energizar el mecanismo del martillo, así mismo proteger el sistema mecánico a través del tablero de control. Cabe mencionar que este sistema es primordial para el funcionamiento del sistema mecánico, como se mostró anteriormente en las figuras 2-8 y 2-9.

- **Tablero de control:** Es el encargado de energizar el sistema mecánico, por lo tanto, para realizar este trabajo el tablero debe tener varios componentes que unidos entre ellos se logre transmitir la energía eléctrica al motor. El objetivo es a través del control de la corriente hacer funcionar el motor eléctrico.
- **Transformador Eléctrico 220V:** Es el encargado de transferir la energía de un circuito a otro mediante una inducción magnética sin cambiar la frecuencia, la transferencia se lleva a cabo con el cambio de voltaje y corriente. El objetivo es a ayudar a mejorar la eficiencia y seguridad del sistema de energía durante su distribución.

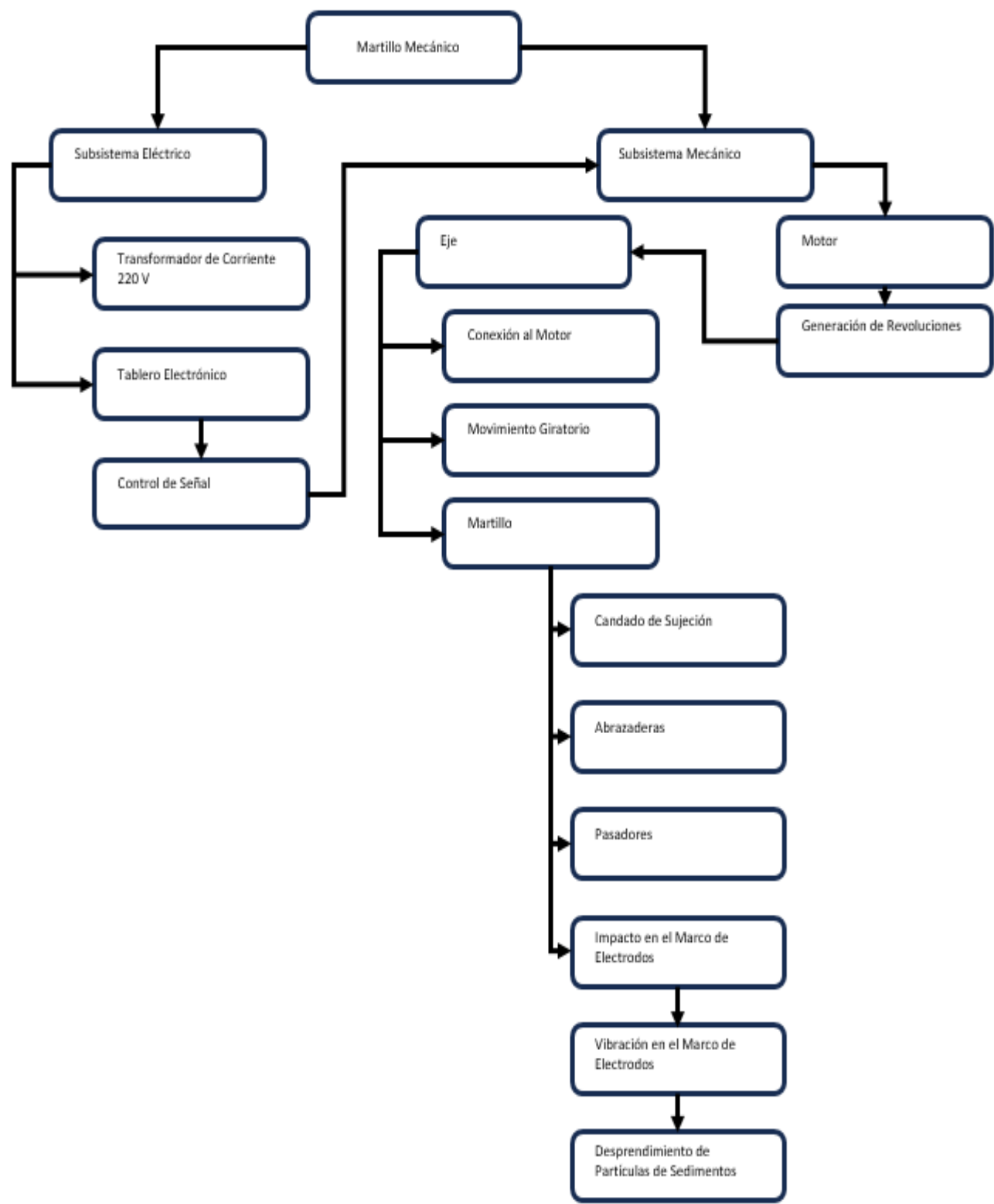
2.3.5 Subsistema mecánico

A continuación, se dará a conocer los elementos mecánicos y su función dentro del mecanismo del martillo mecánico.

- Candado: Su principal objetivo es sujetar el martillo mecánico y este ser sujetado por la abrazadera que a su vez agarra el eje que es el que hace el movimiento giratorio del sistema de golpeo del martillo.
- Eje: Este elemento trabaja en conjunto con la chumacera y el motor ya que el motor genera el movimiento giratorio y para mantener el movimiento giratorio por tramos más largos la chumacera es la encargada de conectar el motor con los ejes.
- Motorreductor eléctrico: Este componente con la señal eléctrica del tablero eléctrico es el responsable de dar movimiento giratorio al sistema del martillo mecánico a través del eje y de la chumacera.
- Abrazadera: Este elemento a pesar de solo ofrecer sujeción es de vital importancia en el sistema del martillo mecánico ya que es el responsable de sujetar el candado y el martillo mecánico al eje y que este pueda girar con las revoluciones provenientes de él.
- Martillo de golpe: Este elemento es el responsable a través del giro del eje este pueda impactar al marco de electrodos del precipitador y que con este impacto a través de las vibraciones generadas por este mismo se desprendan las partículas adheridas al marco de electrodos.

2.3.6 Esquema de los subsistemas

El objetivo del siguiente esquema es explicar la relación del subsistema eléctrico en conjunto con el subsistema mecánico y el producto que se obtiene en la relación de estos dos anteriormente mencionados (figura 2-12).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-14 Esquema relación subsistema eléctrico y mecánico.

2.4 MEMORIA DE CÁLCULO Y COSTOS DEL PROYECTO

En esta sección se darán a conocer los cálculos respectivos para validar la propuesta de diseño. Se realizarán los cálculos para el correcto dimensionamiento de la instalación mecánica. Además, se harán las selecciones del reductor y motor apropiado para que el sistema mecánico funcione.

Para la completa instalación en este equipo, hay que tener en cuenta la tensión de servicio, que es de 220 V además de los elementos mecánicos como los ejes, piñones, placas colectoras, electrodos y los elementos que fijan al martillo. Cabe a destacar que el peso del martillo por sí solo es de 5.9 kg.

2.4.1 Fuerza de golpeo del martillo.

La fuerza total del martillo es el primer factor a determinar para poder extraer las partículas del electrodo y de la estructura que esta soporta.

Entonces se procede al siguiente cálculo:

- $F = m \times g$, donde (g) es la aceleración de gravedad 9.8 m/s, por lo tanto, el cálculo sabiendo el peso del martillo sería así:

$$F = 5.9 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s} = 57,82 \text{ N}$$

En donde:

- N = Newton

El resultado de estos cálculos determina que la fuerza en que golpea el martillo al yunque de la estructura de los electrodos es de 57,82 N.

Teniendo en cuenta que se ocuparán 5 martillos solo hay que multiplicar el resultado por la fuerza antes obtenida:

$$57,82 \times 5 = 289,1 \text{ N}$$

2.4.2 Elección del reductor de velocidad para el motor

La elección del reductor es importante ya que el tener un motor solamente hará que el eje gire rápidamente. Por lo tanto, se necesita un reductor que reduzca la velocidad del motor sin perder la potencia que se necesita para golpear con el martillo mecánico.

Para este sistema se han seleccionado 5 martillos mecánicos. Cabe a destacar que para la elección del motor junto con el reductor hay que tener en cuenta el peso de algunos elementos que se encontrarán en el mecanismo, elementos como el martillo mecánico y el eje.

Elemento	Cantidad (unidad)	Peso en kg
Martillo	5	29.5
eje	5	5

Tabla 2-1 Pesos de los elementos para la elección de un reductor.

Fuente: Elaboración propia

Los pesos unitarios de los elementos anteriores nos dan un total de 34.5 kg en total.

Por lo tanto, ahora se debe determinar el torque que se necesita para la elección del torque del reductor de velocidad, entonces este cálculo sería así:

$$T= F \times d$$

Donde:

- T = Torque
- F = Fuerza del martillo.
- d = Distancia desde el diámetro del eje al centro del martillo.

Entonces:

$$M = 289.1 \text{ N} \times 0.1425 \text{ m.} = 41.2 \text{ N/m}$$

Teniendo el torque en esta unidad, habrá que convertirla en lb/ft (libra sobre pulgada) para buscarla en un catálogo técnico, la conversión debe ser de la siguiente forma:

$$1 \text{ N/m} = 8.8507 \text{ lb/in}$$

Entonces:

$$41.2 \times 8.8507 = 364,65 \text{ lb/in (libra sobre pulgada).}$$

Con este torque ahora se podrá seleccionar el motorreductor necesario para hacer funcionar el mecanismo del martillo mecánico.

Pero le agregamos un 50% adicional en el torque por factor de seguridad entonces el torque necesario sería el siguiente:

$$41.2 \text{ N/m} \times 1.5 = 61.8 \text{ N/m}$$

Por lo tanto, viendo que el torque que se necesita es de 61.8 N/m el motorreductor que se escogerá tiene 74 N/m de torque el cual nos sirve para esta ocasión. Figura 2-16.





A REGAL REKNORD BRAND

De [Bauer Gear Motor](#)

Helical Worm BS-Series - Without Efficiency Class

BS10-61U/D08XA4



Manufacturer	Bauer Gear Motor
Description	Helical Worm BS-Series - With...
Part number	BS10-61U/D08XA4_1,1_113_1...
Power [kW]	1,1
Speed [rpm]	113
Torque [Nm]	74

Service factor [...]		1,45
Ratio [1]		12,49
Weight [ca. kg]		30
Radial Force [N]		2400
Radial Force (R...		0




Mostrar menos ▲

Fuente: <https://www.traceparts.com/es/product/bauer-gear-motor-helical-worm-bsseries-without-efficiency-class?Product=90-28092022-045823&SelectionPath=16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C16%7C>

Figura 2-15 Motor con motorreductor.

2.4.7 Costo y Presupuesto del proyecto

En esta sección se analizarán los costos directos e indirectos relacionados al proyecto. La importancia de estos puntos funciona como base para el presupuesto final del proyecto.

2.4.8 Costos directo del proyecto

Dentro de los costos directos del proyecto encontraremos materiales correspondientes generados por una previa cubicación de la estructura, mano de obra, y hora hombre. Se evaluarán los equipos y herramientas a utilizar como por ejemplo máquinas de soldar, oxicortes, taladros, entre otros; puesto que existe la posibilidad de tener que arrendarlos, por lo tanto, se sumarán a la lista de materiales.

El material que principalmente se utilizará para los martillos mecánicos del proyecto será acero inoxidable A 316 o de calidad similar este material involucra tanto perfiles como planchas. Se utilizarán, pernos, tornillos, tornillos hexagonales, pintura electrostática, soldadura TIG. A continuación, se podrá observar un listado total de materiales junto a sus respectivos precios. Tabla 2-3.

Para la fabricación del proyecto se contratará una empresa especializada en producción de estructuras metálicas o con capacidad de doblar y cortar materiales referentes al acero. De acuerdo a una cotización dada por una maestranza que nos facilitaba proceso de fabricación las piezas saldrían un valor de \$500.000 (este valor aparece en la tabla 2-3).

<i><u>Elementos</u></i>	<i><u>Unidades</u></i>	<i><u>Costo c/u (\$)</u></i>	<i><u>Costo total (\$)</u></i>
Martillos mecánicos	5	35.350	176.750
Abrazadera	5	12.730	63.650
Pasador	5	1.250	6.250
Perno M 24x 1	5	2.170	10850
Golilla plana Ø 40	10	680	6800
Ejes	5	22.730	113.650
Chumacera	5	30.790	153.950
Golilla plana Ø 16	4	50	200
Pin elástico 6x15	10	83	830
Perno M16 x 70	10	1140	11400
Tornillo Allen M16 x 45	10	900	9000
Rueda antifricción	5	25750	128.750
Cuerpo soporte	5	32500	162.500
Zincado blanco	20 kilos	350 x kilo	7000
<i>Total</i>			\$845280

Tabla 2-2 Cubicación de materiales

Fuente: Elaboración Propia

2.4.9 Costos Indirectos del proyecto

Se puede entender como costo indirecto, toda acción o interacción de ejecución de los costos directos. En los costos indirectos podemos encontrar tres ítems o secciones importantes: servicio de fabricación, servicios generales y gastos generales. A continuación, se explicarán cada uno de estos puntos:

2.4.9.1 Costos Indirectos relacionados a la fabricación

Son los costos asociados a dar soporte a la fabricación y a la mano de obra del proyecto. Involucra a los servicios como; fletes, arriendo de bodega y servicio de vigilante privado (guardia).

Para lo que compete el gasto de bodega es necesario tener un lugar donde almacenar las piezas antes de llevarlas al lugar donde se va a instalar el equipo del mecanismo, más las piezas que componen el mecanismo incluyendo insumos y materiales que dan soporte a la fabricación e instalación del martillo mecánico. Según una cotización otorgada por un arriendo de bodega este sale mensualmente un valor de \$150.000.

Como se arrienda bodega y los equipos deben ser resguardados por la razón del alto valor en materiales e insumos que componen el mecanismo del martillo mecánico, se requiere de un guardia que ayude en los servicios de protección y vigilancia de la bodega, el valor mercado del sueldo de un guardia es en promedio \$430.000 líquidos.

Y por último en lo que corresponde a costos indirectos, se necesita un servicio de flete por motivo del traslado de las piezas, insumos y materiales de la bodega hacia el lugar donde se implementará el martillo, según una cotización obtenida de una empresa el valor del flete varía según la distancia, pero para la ubicación de este proyecto el costo de esta operación es de \$375.500.

2.4.9.2 Gastos Generales

Este apartado considera todos los gastos necesarios para el financiamiento de los servicios higiénicos, energía, internet, alimentación, transporte y hospedaje.

Por lo tanto, se tomarán en cuenta los gastos provenientes de los servicios básicos como electricidad, internet, agua, incluyendo los servicios anteriormente mencionados.

Según una cotización estudiada el valor promedio mensual de este apartado es de \$230.570. Valor con baja dispersión, por lo tanto, se considera como válido para el presupuesto del proyecto.

2.4.9.3 Presupuesto del proyecto

Teniendo los costos directos e indirectos del proyecto se asignará un seguro que cubra imprevistos para cualquier emergencia que pueda surgir para esta etapa se tendrá en cuenta un 10% asignado en relación al costo total del proyecto, por lo tanto, el monto total es de \$498714(10% x \$4.987.140), lo cual sumando ese porcentaje el total queda en \$5.485.854.

A continuación, se podrá observar la tabla con el costo total del proyecto. Tabla 2-6.

ITEM	ESPECIALIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (\$)
1	COSTOS DIRECTOS	MATERIALES PIEZAS HERRAMIENTAS GRUA TRASPALETA MANO DE OBRA \$3.000 HORA DE DISEÑO (160 HORAS TOTAL c/u) FABRICACION	845.280 250.000 275.500 199.990 1.250.300 480.000 500.000
2	COSTOS INDIRECTOS	FLETE ARRIENDO BODEGA GUARDIA	375.500 150.000 430.000
3	GASTOS	GASTOS GENERALES Servicios básicos.	230.570
4	SEG .IMPREVISTOS	IMPREVISTOS (10%X\$4.987.140)	498.714
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			\$5.485.854

Tabla 2-3 Tabla de costo total del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIÓN

Con respecto al proyecto se puede concluir lo siguiente:

La implementación de un plan de trabajo como lo es la metodología de diseño es de vital importancia para el desarrollo de proyectos de diseño. Sus etapas presentan la información necesaria para generar una solución que cumpla con los criterios de diseño definidos por los involucrados en el proyecto.

A lo largo de este proyecto, se puso énfasis en establecer de forma clara y ordenada los aspectos a considerar a lo largo del proyecto. Uno de estos aspectos son los cálculos realizados para que el diseño sea real y concreta. Estos serán la base técnica del proyecto que complementados a la sección de costos y presupuesto permitirán evaluar la factibilidad del mismo.

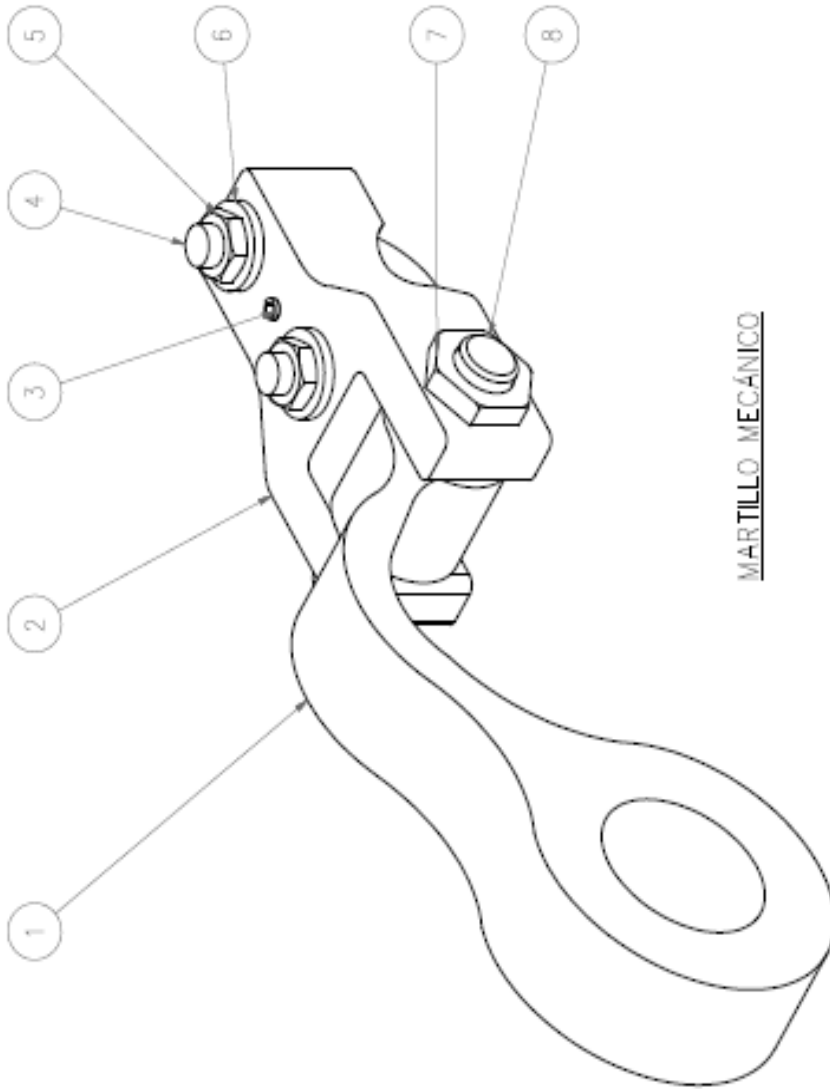
El desarrollo de este proyecto conllevó la vivencia de diversas experiencias, tales como tener que investigar ciertas áreas ajenas a la carrera como lo es la electricidad industrial, mecánica industrial y parte de instrumentación, para así aplicar los requerimientos explicados en esta memoria. Sin duda, debe ser una propuesta multidisciplinaria, que genera un espacio de unión e intercambio de conocimiento y experiencias. Se debe contar con personal del área eléctrica, mecánica y de instrumentación para brindar un aporte en el desarrollo de proyectos similares, también se debe destacar a la jefatura de EPS World y al Sr. Frank Romero, ingeniero en jefe, quien aportó con su valiosa experiencia y profesionalismo.

Los costos necesarios para la fabricación de un prototipo funcional son fieles a la realidad, lo que permite realizar las pruebas pertinentes, aplicar mejoras de funcionamiento, diseño y la fabricación de sus partes y componentes.

La implementación de un sistema como el que se desarrolla en esta memoria, puede evidenciar que dentro de los procesos industriales existen distintas disciplinas, áreas y jefaturas a cargo de un proyecto como es el de dispositivo mecánico del martillo para incluirlo en un precipitador industrial.

BIBLIOGRAFÍA/WEBLIOGRAFÍA

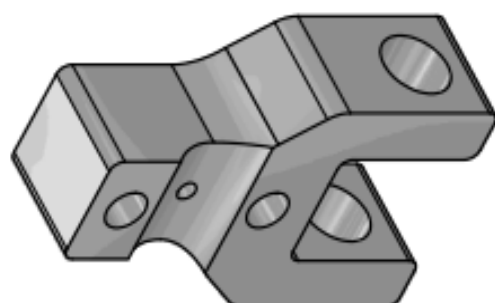
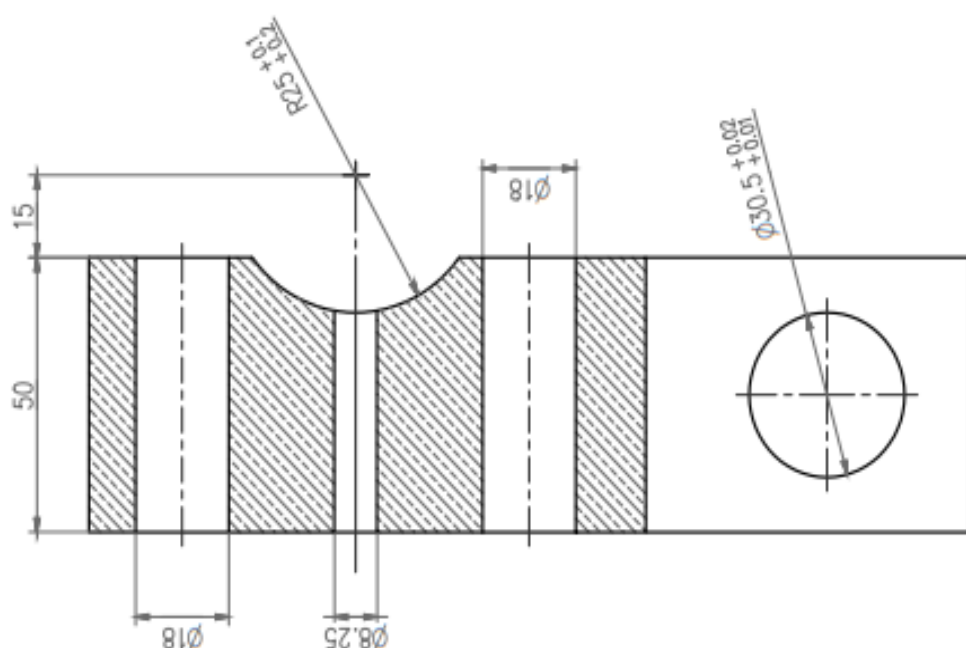
- <https://www.gea.com/es/products/emission-control/filtration-separation/electrostatic-precipitator-dry-wet.jsp>
- chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www3.epa.gov/ttn/catc/cica/files/fdesppis.pdf
- chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www3.epa.gov/ttn/catc1/cica/files/css6ch3-s.pdf
- <https://es.fmuser.net/wap/content/?20950.html>
- <https://es.slideshare.net/Adolfo1983/norma-chilena-4-2003>
- chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://clyde-industries.com/wp-content/uploads/2020/07/Spanish-ESP-BROCHURE-A4.pdf
- <https://proyectoscad.com/cad/tabla-diametro-broca-para-rosca-metrica/>
- chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://fisica.usach.cl/sites/fisica/files/tesis_becerra_guzman_jaime_alexis_2010.pdf
- chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/41024/3560901550353UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- <http://eprints.rclis.org/38817/1/Serie%20%20N%C2%B0%20108%20%202019%20Final.pdf>
- <https://www.weg.net/institutional/CL/es/>
- <https://www.weg.net/catalog/weg/CL/es/Motorreductores/Reductores>
- https://www.weg.net/catalog/weg/CL/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Motores-para-Aplicaci%C3%B3n-Industrial/Motofreno/W22-Motofreno/Motofreno/p/MKT_WMO_TEXT_IMAGE_GLOBAL_MT_NEMA_BrakeMotors
- <https://www.construplaza.cl/aceros/planchas/laminado-en-frio.html>
- <http://www.refemet.cl/Zincado.html>
- <http://www.redecam.com/electrostatic-precipitators/>
- <https://www.indiamart.com/proddetail/electrical-transformers-scrap-14701467188.html>
- https://redkoh.com/article_49_Rapper-Controls.cfm
- <https://www.antaichina.com/product/Electrostatic-precipitator-ESP-dust-collector.html>
- <https://www.southernenvironmental.com/index.html>
- <https://www.southernenvironmental.com/parts---services.html>
- https://www.rustoleumla.com/ch/producto/metal-protection-esmalte-anticorrosivo-acabado-brillante?variant_id=7882
- <https://www.teltronic.es/ANSI>
- <https://incared.net/2015/08/05/grado-de-proteccion-ip66-y-variedades>



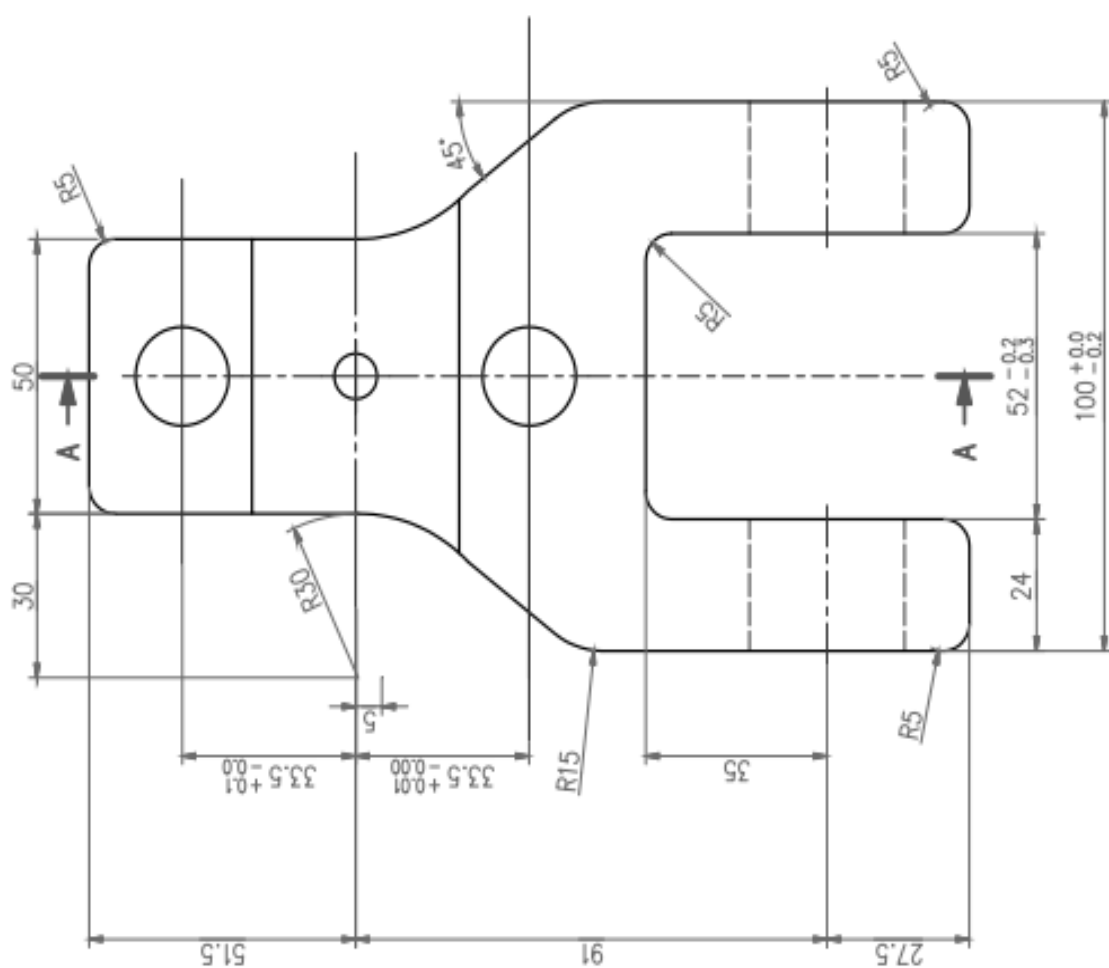
MARTILLO MECÁNICO

1- TODAS LAS COTAS ESTAN EN mm
2-PLANTO CONTEMPLA CONJUNTO
MARTILLO
3-MATERIAL UTILIZADO PARA
FABRICACION ACERO 316
4-PLANO EMITIDO PARA FABRICACION

1	PERNO	M25-1.5	A 316	6				
1	TUERCA	M25-1.5	A. ZINCADO	7				
1	ARANDELA	M16-2	A. ZINCADO	6				
1	TUERCA	M16-2	A. ZINCADO	5				
1	ABRAZADERA	M16-2	A 316	4				
1	PIN DE SUECIÓN		NP 9J2208	3				
1	CANCAJO		A 316	2				
1	MARTILLO		A 316	1				
1	DENOMINACION	NORMA	MATERIAL	n.º				
					UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA VALDIVIA 20000000			
					PESO		OBSERVACIONES	
TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE								
		FECHA	NOMBRE					
	DIBUJO		J. JARAENA					
	REVISOR		S. GEYMWITZ					
					TRABAJO DE TÍTULO		ESCALA	
					CONJUNTO MARTILLO MECÁNICO		371 PDM	
					PROYECTO Y DISEÑO MECÁNICO			



VISTA ISOMÉTRICA



CORTE A-A

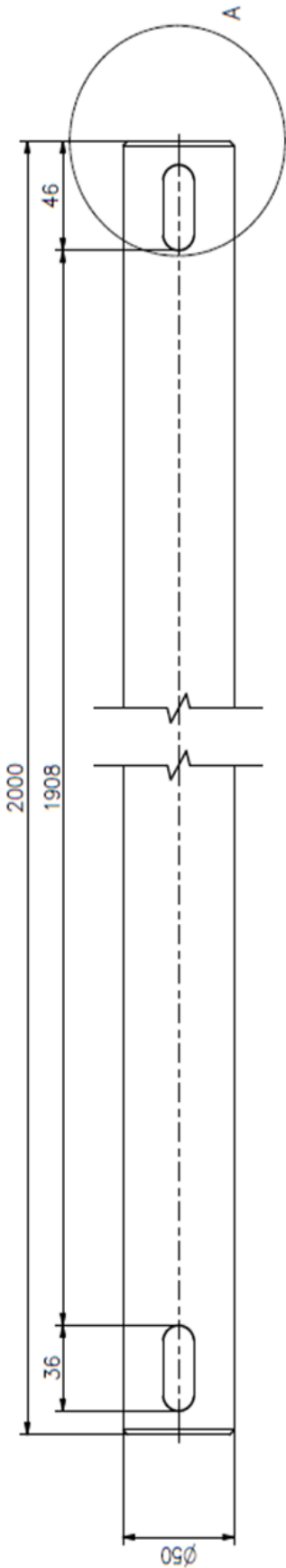
Escala 1 : 1

VISTA PRINCIPAL

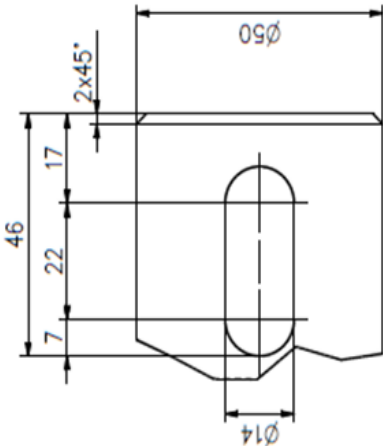
Escala 1 : 1

[illegible]

1- TODAS LAS COTAS ESTAN EN mm
2-MATERIAL UTILIZADO ACERO 316
3- PLANO EMITIDO PARA
FABRICACION



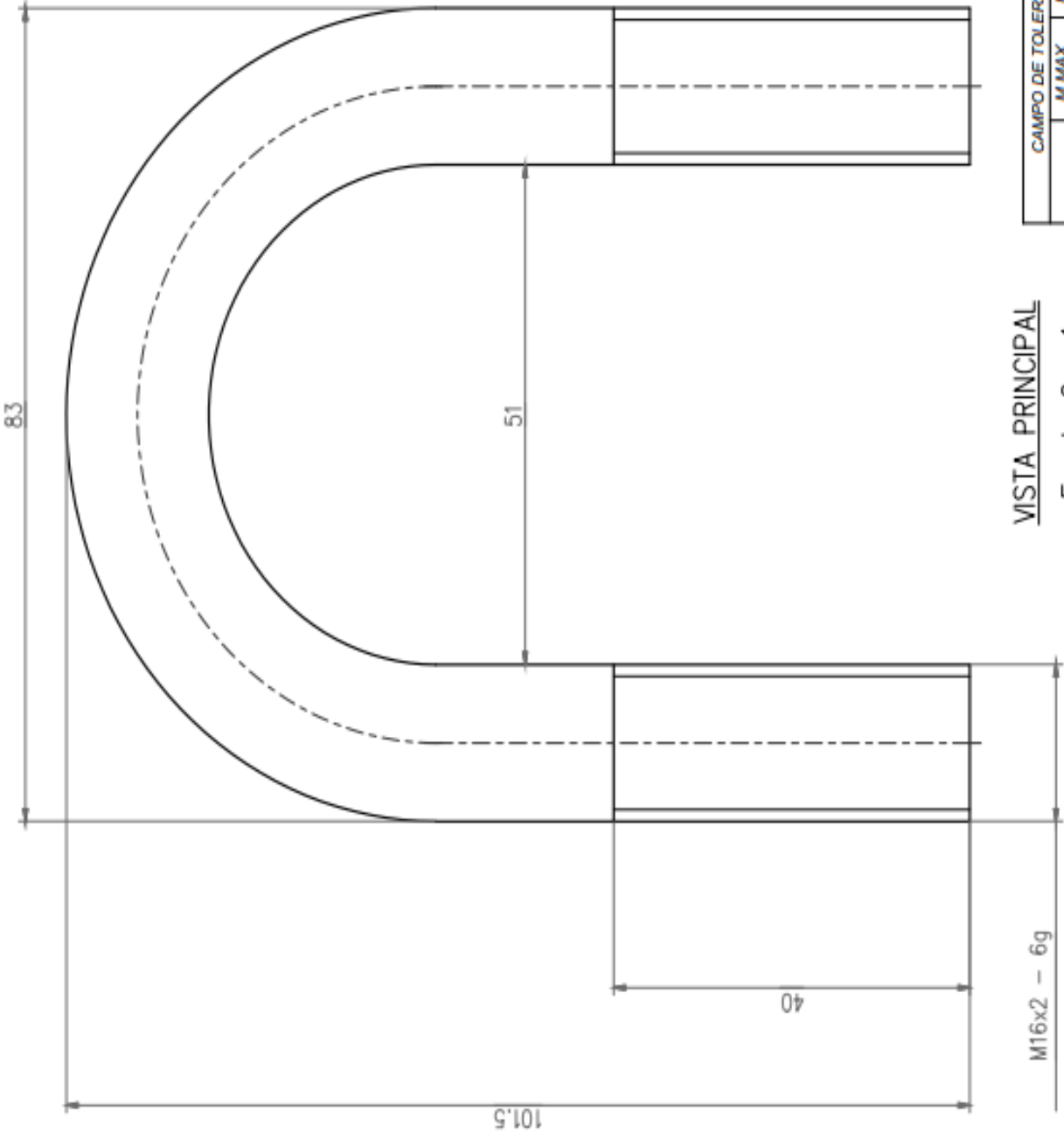
VISTA PRINCIPAL
Escala 1 : 2



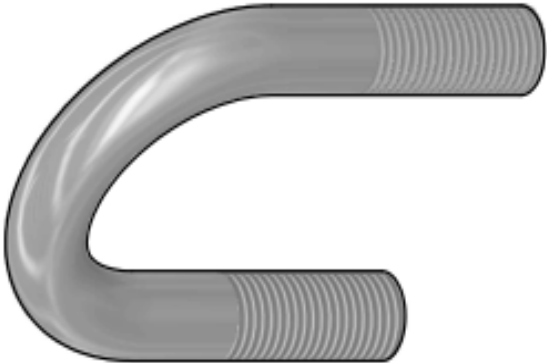
DETALLE A
Escala 1 : 1

- 1- TODAS LAS COTAS ESTAN EN mm.
- 2- MATERIAL USADO PARA LA FABRICACIÓN ACERO AISI 1045
- 3- TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE SEGÚN DIN 798
- 4- PLANO EMITIDO PARA FABRICACIÓN

CAMPO DE TOLERANCIA		TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE	PESO 30 Kg	UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA	
M. MAX	M. MIN			TRABAJO DE TÍTULO	
				FECHA	ESCALA 1:2
				DIBUJO	
				REVISOR	
				NOMBRE	
				J. A. RIVERA	
				S. G. J. RIVERA	
				PROYECTO Y DISEÑO MECANICO	
				PLANO FABRICACIÓN EJE	
					371 PDM

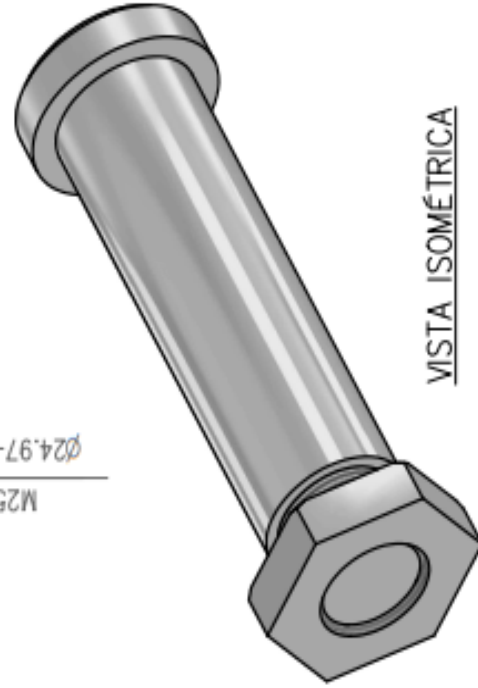
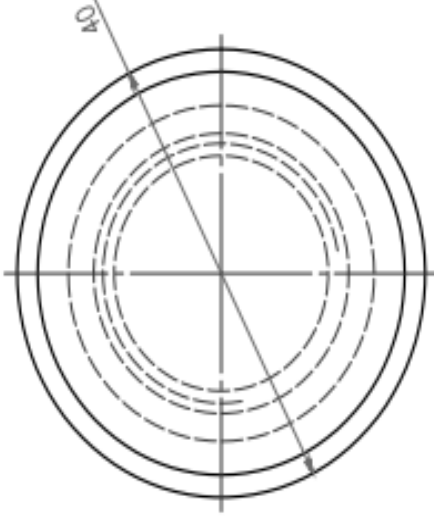
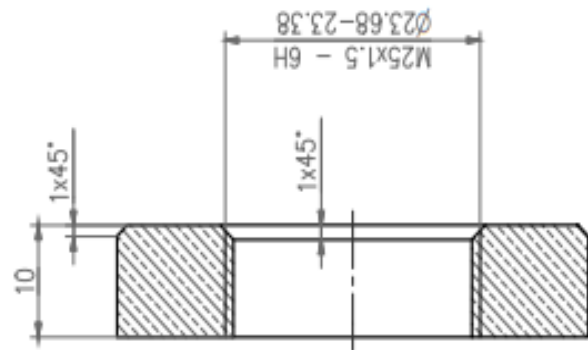
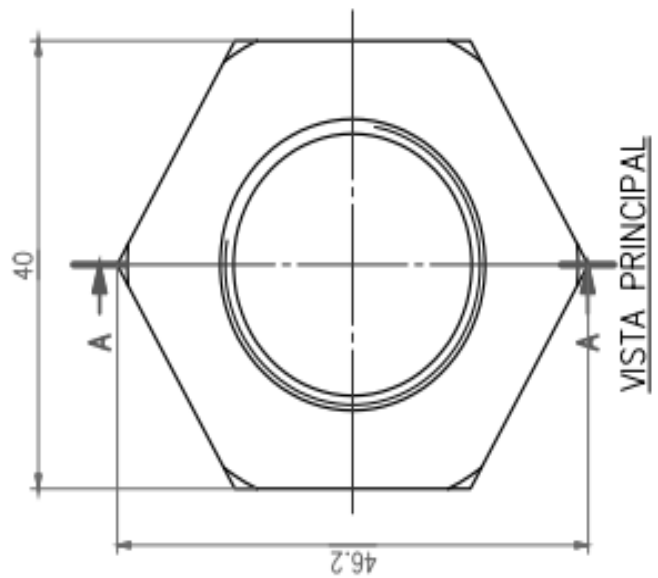
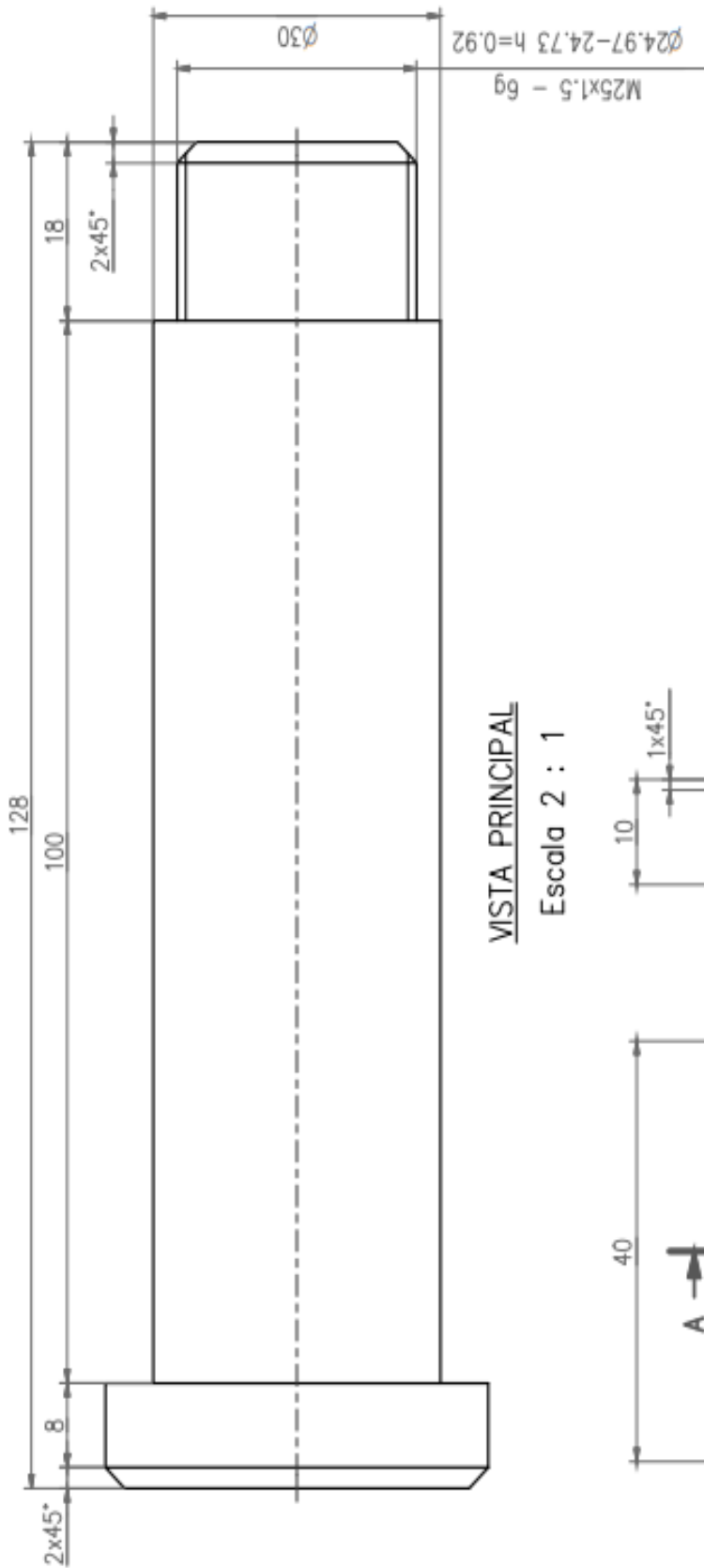


VISTA PRINCIPAL
Escala 2 : 1

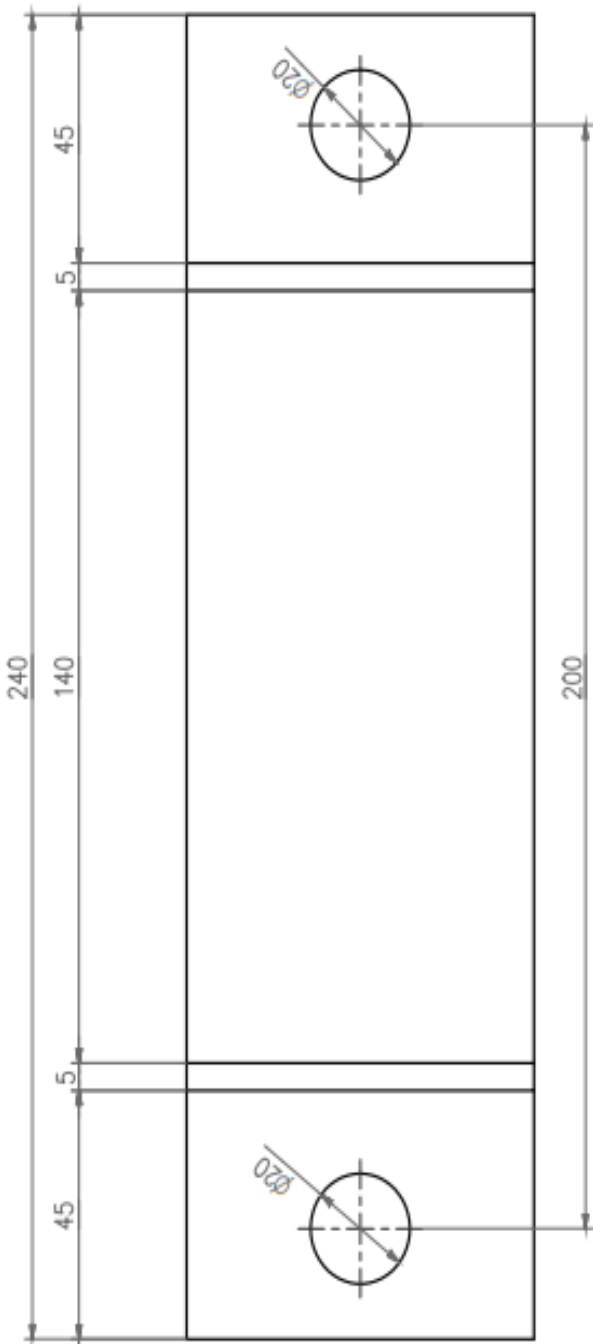


ISOMÉTRICO

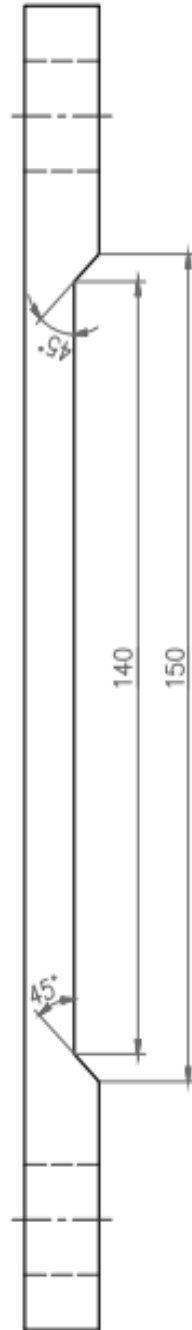
CAMPO DE TOLERANCIA		TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE	PESO 45 g	UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA		ESCALA 2:1
M. MAX	M. MIN			FECHA	TRABAJO DE TÍTULO	
				NOMBRE		
				DISEÑO J. Acuña		
				REVISIÓN S. Geywitz		
				PROYECTO Y DISEÑO MECÁNICO	PLANO FABRICACIÓN ABRAZADERA DEL MARTILLO MECÁNICO	



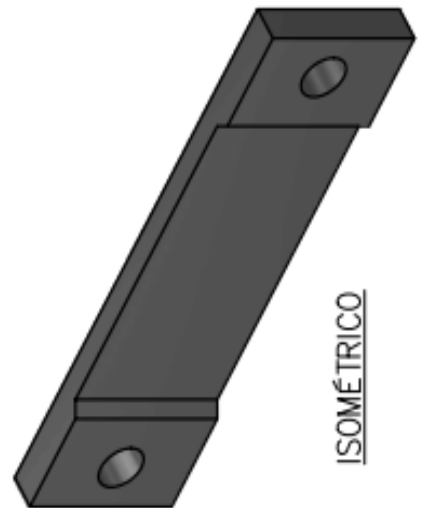
CAMPO DE TOLERANCIA		TOLERANCIA DE MEDIDA	PESO	 UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA	ESCALA 1:1
M. MAX.	M. MIN.	LIBRE	3 kg		
			NOMBRE		
			DISEÑO		
			FECHA		
			REVISIÓN		
			PROYECTO Y DISEÑO MECÁNICO	TRABAJO DE TÍTULO	PLANO FABRICACIÓN PERNO DEL MARTILLO MECÁNICO
				J. Jaraena	S. Gaymazz
				Septiembre 2022	Septiembre 2022

VISTA PRINCIPAL

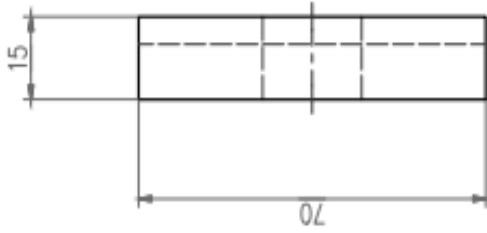
Escala 1 : 1

PLANTA

Escala 1 : 1



ISOMÉTRICO

LATERAL IZQUIERDA

Escala 1 : 1

CAMPO DE TOLERANCIA		TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE	PESO 1.5 kg	 UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA	ESCALA 1:1
M. MAX	M. MIN				
				TRABAJO DE TÍTULO	
				NOMBRE J. J. GAYMÁIZ	
				FECHA 06/11/2022 06/11/2022	
				DISEÑO 06/11/2022 06/11/2022	
				REVISIÓN 06/11/2022 06/11/2022	
				PROYECTO Y DISEÑO MECÁNICO	PLANO FABRICACIÓN PLACA BASE DE LA CHUMACERA

- 1- TODAS LAS COTAS ESTAN EN mm
2- MATERIAL UTILIZADO PARA LA
FABRICACION ACERO 316
3- TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE SEGUN
DIN 798
4- PLANO EMITIDO PARA FABRICACION