



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO DE CRISOL PARA FUNDIR
ALUMINIO PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros
Electromecánicos.

AUTORES:

Arboleda Herrera Walter Aurelio

Lasso Masapanta Dennis Joel

TUTOR:

Ing. MSc. Alcocer Salazar Francisco Saul

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2022**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Arboleda Herrera Walter Aurelio y Lasso Masapanta Dennis Joel, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación “IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO DE CRISOL PARA FUNDIR ALUMINIO PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, siendo Ing. MSc. Alcocer Salazar Francisco Saul, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Arboleda Herrera Walter Aurelio

C.I: 0503307787



Lasso Masapanta Dennis Joel

C.I:1750450072

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO DE CRISOL PARA FUNDIR ALUMINIO PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” de Arboleda Herrera Walter Aurelio y Lasso Masapanta Dennis Joel de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto 2022



M.Sc. Francisco Saul Alcocer Salazar

C.I. 050306679-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto los postulantes Arboleda Herrera Walter Aurelio Y Lasso Masapanta Dennis con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO DE CRISOL PARA FUNDIR ALUMINIO PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto 2022

Para constancia firman:

PhD. Yoandrys Morales Tamayo
C.I: 175695879-7
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

M. Sc Jose Williams Morales
C.I: 050267542-4
LECTOR 2 (MIEMBRO)

M. Sc. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo
C.I: 180354732-0
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme la vida, para poder culminar esta etapa de mi vida estudiantil, a mis padres por forjarme con principios y valores por estar apoyándome en todo momento incondicionalmente. A mi familia en general por el apoyo constante y por creer en mí para culminar esta etapa de mi vida

Walter

Dennis

DEDICATORIA

Le quiero dedicar este proyecto de investigación a Dios a mi ángel del cielo que siempre está en mi corazón. A mí por ser padre y madre en este año y a pesar de todo nunca dejarnos solos con su apoyo incondicional, por ser la motivación de mí día a día para poder ser la mejor persona.

Walter

Dedico este proyecto de investigación a mi Dios por acompañarme a cada lugar que voy cuidándome y dándome fuerza para seguir en adelante A mis padres quienes a lo largo de la trayectoria han velado por mi bienestar y educación siendo el pilar en todo momento, gracias a su esfuerzo me dieron una oportunidad para tener una carrera profesional de superación, brindándome toda la paciencia y amor puedo desear, gracias por ser el motor de mi vida, por creer en mí

Dennis

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO DE CRISOL PARA FUNDIR ALUMINIO PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Autores:

Arboleda Herrera Walter Aurelio

Lasso Masapanta Dennis Joel

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo implementar un horno de crisol para fundir aluminio reciclado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, el primer paso fue investigar la situación actual del país en relación a la fundición de aluminio, en su mayoría reciclado, se lleva una consulta para evaluar qué tipo de horno es el más empleado para fundir dicho material, la correcta implementación de los métodos de fundición, que son parte fundamental del proceso de fundición, dará como resultado el cumplimiento de las especificaciones para lograr un producto de calidad, la fundición en arena consiste en fundir aluminio en un molde de arena, dejar que se solidifique y luego romper el molde para retirar la pieza, el horno requiere cumplir con la temperatura necesaria para fundir el aluminio.

Técnicamente el horno que se implantará sigue determinados procesos, tales como, investigación de los materiales disponibles con sus propiedades para llevar a cabo del desarrollo, se ejecutará los procedimientos necesarios a seguir para una correcta manipulación de los materiales a fundir, por último, se realiza pruebas de operación, finalmente se redacta el proceso de utilización más acorde para el equipo.

Palabras clave: Aluminio, resistencia, conductividad, temperatura

ABSTRACT

This degree project aims to implement a crucible furnace to melt recycled aluminum at the Technical University of Cotopaxi. The first step was to investigate the current situation of the country regarding aluminum smelting, recycled, and an inquiry to evaluate what type of furnace is the most used to melt this material. The correct implementation of the melting methods is a fundamental part of the melting process and will result in compliance with the specifications for a quality product. Sand smelting consists of melting aluminum in a sand mold, allowing it to solidify, and then breaking the mold to remove the piece; the furnace is to get the temperature established to melt the aluminum.

The furnace implemented contains processes, such as research about the available materials for its development, executing the necessary procedures for proper handling of the materials to be melted, and making operation tests. Finally, the most appropriate process of use for the equipment drafted.

Keywords: Aluminum, resistance, conductivity, temperature.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE TABLAS	xii
INDICE DE ANEXOS	0
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
3.1. Planteamiento del problema	2
4. JUSTIFICACIÓN.....	3
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5.1. Beneficiarios Directos	4
5.2. Beneficiarios Indirectos.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo General.....	4
6.2. Objetivos específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. Marco teórico.....	6
8.2. Antecedentes de la industria manufacturera	6
8.3. Análisis del proceso de fundición.....	7
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	36
9.1. Tipos de investigación	36
9.2.1. Investigación de campo	37
9.2.2. Aplicada.....	37
9.2.3. Documental.....	37

9.2.4. Observación	37
9.2.5. Medición	37
9.3. Parámetros de diseño	38
9.4. Manual de instrucciones y uso.....	38
10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	43
10.1. Tipos de material a fundir.....	43
10.2. Latas de aluminio recicladas	43
10.3. Cables de alambres de aluminio	44
10.4. Perfilera de aluminio	45
10.5. Diagrama de fundición de otros hornos.....	46
10.6.1. Impactos	48
10.6.2. Impacto técnico.....	49
10.6.3. Impacto social.....	49
10.6.4. Impacto económico.....	49
11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	50
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
12.1. Conclusiones.....	51
12.2. Recomendaciones	51
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
14. ANEXOS	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espada típica de la edad de bronce, elaborada en cobre arsenical y en molde	8
Figura 2. Metales obtenidos de la fundición	8
Figura 3. Esquema de flujo del proceso de fundición de piezas.....	10
Figura 4. Intervalos de fusión de metales y sus aleaciones	12
Figura 5. Esquema del horno eléctrico	13
Figura 6. Horno de Inducción.....	15
Figura 7. Versión típica de un horno estacionario con crisol removible.....	16
Figura 8. Esquema de un Horno de Crisol Basculante	20
Figura 9. Comportamiento molecular en la transferencia de calor por conducción.....	23
Figura 10. Transferencia de calor por conducción unidimensional.	23
Figura 11. Transferencia de calor por convección	24
Figura 12. Piezas simples en fundición.	24
Figura 13. Piezas poco complejas de fundición con maquinado.....	25
Figura 14. Piezas de media complejidad en fundición.	26
Figura 15. Piezas complejas para fundición	26
Figura 16. Las piezas de hierro fundido son muy complejas.	26
Figura 17. Taller de Modelaje	27
Figura 18. Vista parcial de una sección de Preparación de Arenas.....	28
Figura 19. Operación de Moldeo.....	28
Figura 20. Confección de machos o noyos.....	29
Figura 21. Colocación de noyos	29
Figura 22. Proceso de fusión.	30
Figura 23. Colada de moldes	30
Figura 24. Proceso de desmolde manual.	31
Figura 25. Proceso de Rebarba y acabado.....	31
Figura 26. Temperatura como función del tiempo de solidificación de los metales puros .	32
Figura 27. Ubicación del lugar Universidad Técnica de Cotopaxi.....	36
Figura 28. Horno de crisol.....	39
Figura 29. Comparación de tiempos de fundición del aluminio de latas recicladas en diferentes masas.....	44
Figura 30. Comparación de tiempos de fundición de los alambres de aluminio en diferentes masas	44

Figura 31. Comparación de tiempos de fundición de la perfleria de aluminio en diferentes masas	46
--	----

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	5
Tabla 2. Tipos principales de combustión que se pueden emplear en el trabajo de los hornos de crisol	18
Tabla 3. Tabla de comparación para la selección del horno.....	19
Tabla 4. Parámetros	39
Tabla 5. Tipos de metales	41
Tabla 6. Propiedades del Aluminio	43
Tabla 7. Comparación de tiempos de fundición del aluminio de latas recicladas en diferentes masas	43
Tabla 8. Comparación de tiempos de fundición de los alambres de aluminio en diferentes masas	44
Tabla 9. Comparación de tiempos de fundición de la perfleria de aluminio en diferentes masas	45
Tabla 10. Taba de producción	46
Tabla 11. Tipos de hornos para el proceso de fundición	46
Tabla 12. Presupuesto.....	50

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Procedimientos para fundir aluminio en horno de crisol	56
Anexo 2. Preparación de la arena para el molde	57
Anexo 3. Materiales para la manipulación de los elementos	58
Anexo 4. Procedimientos para manipular el horno	59
Anexo 5. Descripción del horno de crisol y sus partes.....	60

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

“Implementación de un horno de Crisol para fundir aluminio para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi”

Fecha de inicio:

Marzo del 2022

Fecha de finalización:

Septiembre del 2022

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Unidad académica que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social

Equipo de trabajo:

Ing. MSc. Francisco Saul Alcocer Salazar

Tutor del Proyecto:

Ing. MSc. Francisco Saul Alcocer Salazar

Postulante:

Arboleda Herrera Walter Aurelio
Lasso Masapanta Dennis Joel

Área de conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo implementar un horno de crisol para fundir aluminio reciclado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, el primer punto fue la investigación de la situación existente en el país en cuanto a la forja de aluminio, en su mayoría reciclado, se hace una revisión para evaluar qué tipo de calentador es el más razonable para disolver este material, la correcta implementación de los métodos de fundición, que son parte fundamental del proceso de fundición, dará como resultado el cumplimiento de las especificaciones para lograr un producto de calidad, la fundición en arena consiste en fundir aluminio en un molde de arena, dejar que se solidifique y luego romper el molde para retirar la pieza, el horno requiere cumplir con la temperatura necesaria para fundir el aluminio.

De hecho, el calentador a realizar sigue ciclos específicos, por ejemplo, el examen de los materiales accesibles y sus propiedades para hacer la mejora del calentador, se ejecutará los procedimientos necesarios a seguir para una correcta manipulación de los materiales a fundir, por último, se realiza pruebas de operación, finalmente se redacta el proceso de utilización más acorde para el equipo.

Palabras clave: Aluminio, resistencia, conductividad, temperatura

3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Planteamiento del problema

Los problemas existentes en la actualidad es la reutilización de aluminio reciclado, el mismo que pueda ser reutilizado al final de cumplir su función, el proceso se basa en la refundición del metal, lo que reduce considerablemente los costes de producción, ya que requiere una cantidad de energía muy inferior a la utilizada en el proceso principal. La inexistencia de un horno eléctrico para fundición de aluminio reciclado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, es necesario tener estos equipos en el trayecto estudiantil dado que se puede ver los procesos de fundición parecidos a los de la industria a menor escala.

El consumo excesivo de energía en las operaciones de refinación de aluminio secundario se estima en aproximadamente el 5% de la demanda de producción de aluminio primario, lo que reduce fundamentalmente las emanaciones de dióxido de carbono, por norma, el paso inicial incluye la expulsión de cualquier magnesio que pudiera estar disponible en los residuos que se

aproximan como sustancia natural, para evitar la degradación del producto resultante durante el proceso de fundición. Se estima que el material recuperado podría contener hasta un 1% de magnesio, por lo que debe reducirse al 0,1%. Otro problema es la contaminación creada por el comercio del aluminio es preocupante, ya que produce cada año una gran cantidad de sustancias que dañan la capa de ozono, como el dióxido de carbono, y gases que también están presentes en la lluvia corrosiva, como el óxido de azufre y el óxido de nitrógeno. Además, el método de transformación de la bauxita en aluminio requiere mucha energía y agua.

3.2 Delimitación del problema

El propósito de este proyecto es satisfacer la necesidad del usuario de poder reutilizar el aluminio reciclado el mismo que pueda ser usado para la fabricación de distintas piezas de acuerdo a los moldes elaborados en arena que consiste en fundir el aluminio y depositarlo en un molde de arena, dejar que se solidifique y luego romper el molde para retirar la pieza, lo que dará como resultado el cumplimiento de las especificaciones para lograr un producto de calidad.

4. JUSTIFICACIÓN

Una de las razones por las cuales las latas o productos de aluminio deben ser reciclados, es por la contaminación generada por la industria del aluminio es una preocupación ya que engulle millones de toneladas por año de sustancias que dañan la capa de ozono, por ejemplo, el dióxido de carbono y diferentes gases, igualmente presentes en el aguacero corrosivo, por ejemplo, el azufre, el óxido de nitrógeno y el óxido de nitrógeno, además, la forma más común de transformar la arcilla en aluminio requiere mucha energía y agua por este motivo es necesario implantar un horno para el reciclaje de latas de aluminio.

Un horno de crisol es uno de los hornos más antiguos y sencillos que se utilizan en la fundición; se utiliza principalmente para fundir cantidades más pequeñas de metales no ferrosos, pero también se puede utilizar para metales ferrosos modelo o tipo de horno. El horno implementado es respetuoso con el medio ambiente sin riesgos para la salud de los usuarios y puede ser trasladado de un lugar a otro. Los resultados de la prueba de rendimiento del horno muestran que funde 0.45 kg de aluminio en el tiempo de 10 a 15 minutos y 2.7 kg de aluminio en el trayecto de 45 minutos aproximadamente. Dado estos datos es necesario entender el beneficio de implementar un horno de crisol en la universidad, al momento de implantar un horno nos permite reutilizar los materiales de aluminio reciclado para generar nuevas piezas. El aluminio,

aunque es abundante en nuestro planeta, tiene un alto coste de extracción, incluidos los costes energéticos, pero el aluminio reciclado ahorra 94% de energía.

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

5.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto son los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la UTC extensión la Maná que procederán a realizar piezas de aluminio para la comunidad

5.2. Beneficiarios Indirectos

Personas que necesiten piezas de aluminio en la comunidad y estén al alcance del diseño de los estudiantes de la Universidad

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Implementar un horno de Crisol de fundición de aluminio para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la Maná

6.2. Objetivos específicos

- Analizar mediante una investigación sobre los procesos fundición de aluminio
- Conocer los procedimientos de fundición de aluminio
- Fundir material reciclado mediante el uso del horno de crisol para crear elementos de aluminio

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
Analizar mediante una investigación sobre los procesos fundición de aluminio	Revisión bibliográfica Levantamiento de información técnica	Conocimiento de los hornos y procedimientos de fundición del aluminio	Información bibliográfica
Conocer los procedimientos de fundición de aluminio	revisar los procedimientos necesarios para la fundición	Conocer los procedimientos	Materiales para realizar el procedimiento
Fundir material reciclado mediante el uso del horno de crisol para crear elementos de aluminio	Temperatura de fundición del aluminio	Elementos de aluminio	Moldes y piezas de aluminio

Fuente: (Arboleda W. & Lasso D., 2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Marco teórico

Se presentarán las consideraciones generales a tener en cuenta informe sobre el proceso de construcción del horno de fundición de aluminio; para un conocimiento previo de qué derretir y cómo derretir, es necesario tener una descripción general del metal fundido, sus propiedades, aleaciones y usos. Los factores de construcción, procedimientos adecuados para su uso y mantenimiento, y diferentes tipos están disponibles en el mercado, la siguiente sección presenta una visión general de hornos, crisoles, mantenimiento y todo eso consideraciones necesarias de las que se ocupa la metalurgia en este tipo de hornos.

8.2 Antecedentes de la industria manufacturera

La industria nacional de fundición de metales ha logrado satisfacer la demanda del mercado, porque desde tiempos inmemoriales se ha visto la manera de construir y usar con diferentes tipos de plantillas, así como, dependiendo del tipo de metal a fundir. Se han fabricado varios tipos de hornos. dependiendo de la temperatura de fusión del material como: hierro, cobre, cobre, aluminio, plomo, su punto de fusión es diferente, por lo que debido a la cantidad a fundir, eficiencia, rapidez y facilidad de manejo que el metal, puede elegir un modelo o tipo de horno Diseñó un dispositivo de enseñanza donde se definen dos zonas, una zona de calentamiento rápido en 5 minutos alcanza los 600 °C y la zona de calentamiento tarda 20 minutos en alcanza los 900 °C, la fusión tarda 5 minutos, se obtiene la eficiencia de 79%; en el caso del aluminio en 16 kg de discos reciclados importados se obtiene 1 .06. kg de aluminio y 1,9 kg de escoria. (Corliss et al., 2003).

Se está fabricando un calentador, es un equipamiento de purificación de compuestos ferrosos, donde el metal se disuelve dentro de un caldero de grafito, puesto dentro de la cámara de combustión en forma de barril, que por lo tanto está enmarcado en el interior por una fijación de cabeza dura y la cáscara externa con placa de acero. Diseño de dando como resultado un horno compacto de ~500 mm de alto y 500 mm de diámetro. La potencia mínima requerida por el horno para la fusión electrolítica de aleación de aluminio es 12,50 kW (2550 BTU/h), consumo de propano estimado de 1, 9 lb/h; Eso es lo que hay que decir un cilindro de gas de 100 libras puede durar 67 horas de funcionamiento. (Flores, 2014)

Este horno está diseñado para cargar 15 kg de aluminio en 1 hora. Se usó un crisol de grafito donde se calientan mediante un sistema de combustión de GLP controlado por un flujo de aire, para la fabricación del horno se seleccionaron materiales existentes fáciles de usar, efectivo, eficiente y económico.(OÑA, 2016)

8.3 Análisis del proceso de fundición

La metalurgia es una tecnología prehistórica, pero ha aparecido recientemente en el registro arqueológico, se remonta a cuando los antiguos usaban una tecnología de fuego llamada pirotecnia como base para el desarrollo de una fundición que usaba intensidad para hacer hierro permeable y barro terminado para dar loza, los antiguos artículos de metal que conocemos están mucho más asentados y no se hacían por disolución, por mucho que se modifiquen; son pequeñas tachuelas y piezas de joyería, fabricadas con trozos de cobre locales y que no necesitan ser remendadas (Corliss et al., 2003).

El periodo arqueológico en el que tuvo lugar la fundición de metales es el Neolítico, el metal nativo probablemente se considera un tipo diferente de piedra y utiliza los mismos métodos de trabajo que la piedra. Así, el bronce comenzó a trabajarse como la piedra, apareciendo como hierro esponjoso y cerámica durante el Neolítico, evidencia de que el fuego se utilizaba para materiales distintos a la piedra (Corliss et al., 2003)

Los primeros moldes estaban hechos de esteatita o esteatita personalizada (estética), es una roca suave y fácil de cortar que puede soportar las elevadas temperaturas del metal líquido. Debido a la dificultad de cortar la piedra, se utilizaba tierra arenosa, en la que se podía envolver y consumir el artículo (Fuente, 2015) .

En los inicios de la fundición se utilizaban moldes de piedra como se muestra en la figura 1, donde había que tallar la figura del elemento. En ese momento, el nivel alcanza el tamaño de piedra permitido. crear un trabajo muy fino.(Bass, 2015)

Figura 1. Espada típica de la edad de bronce, elaborada en cobre arsenical y en molde



Fuente: (Bass, 2015)

8.4 Importancia de la fundición

La Industria fundidora en el país ha tenido poco desarrollo, son pocas las empresas que han optado por procesos eficientes e innovadores con tecnología de punta ampliando sus servicios y mejorando la calidad de sus productos, la mayor parte de las empresas que la constituyen realizan productos de baja o mediana complejidad sin mayor desarrollo tecnológico ni optimización de los procesos, pocas empresas lideran la industria de la fundición en el Ecuador, las cuales cuenta con maquinaria moderna, una amplia experiencia en la rama, pero ninguna cuenta con laboratorio de análisis de estructura de materiales y aunque cumplen normas nacionales no es un régimen, ya que dichas empresas no cuentan con un control de calidad en sus productos o un proceso de mejoramiento continuo, lo que no garantiza que todas las piezas ahí fabricadas cumplan o estén bajo la norma indicada (Flores, 2014)

Figura 2. Metales obtenidos de la fundición



Fuente: (Flores, 2014).

El proceso para obtener piezas por fundición es hoy en día de suma importancia en la construcción de maquinaria. La mayor utilización de este ciclo se da en aquellas piezas de tal complejidad que es innegable el reto de adquirirlas por otras estrategias menos complejas como la fabricación o el mecanizado, entre otras. "La proyección es la premisa de prácticamente todos los emprendimientos: la mayoría de los artículos y máquinas esperan para su montaje piezas moldeadas y fundidas de hierro, acero, bronce, aluminio, etcétera. Esto da sentido al amplio avance de la fundición y, además, muestra su extraordinario impacto en cualquier ejercicio restante." Las industrias requieren piezas de fundición cuyas cargas pueden alcanzar e intentar superar las cincuenta o sesenta toneladas. Dichas fabricaciones necesitan largas semanas de trabajo y alcanzan precios considerables (Flores, 2014).

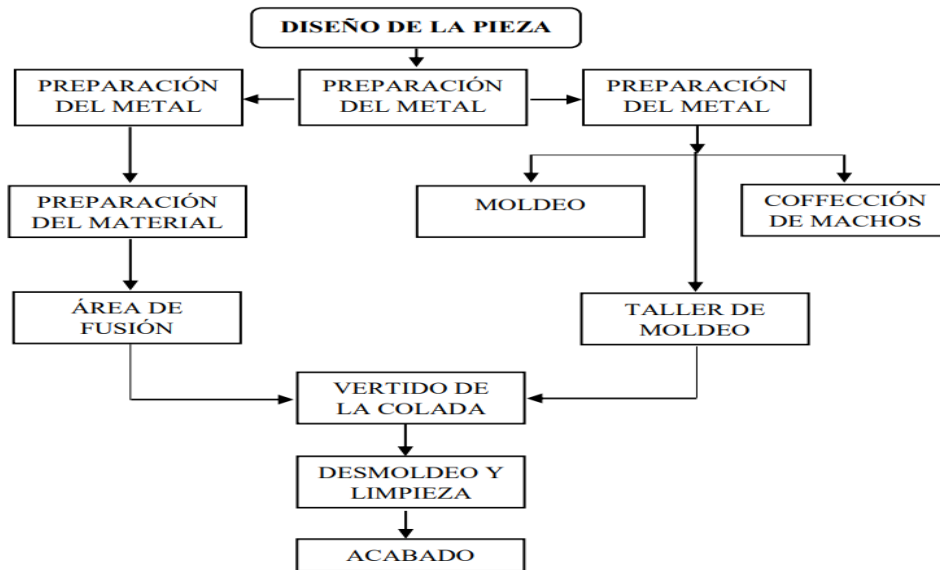
8.5 Especificaciones del aluminio

En la antigüedad se utilizaba el aluminio en forma de sal doble como tintorería y para uso medicinal (hoy en día se sigue utilizando) pero sin la consciencia de manejar un metal. A principios del siglo XIX, la única forma de conseguir aislarlo era por procedimientos químicos y a un gran coste, en ínfimas cantidades y de una pésima calidad (Bass, 2015).

Las combinaciones de aluminio ocupan el segundo lugar (después de los preparados) en los materiales utilizados con fines estructurales y algunas aleaciones (próxima o similar a la de algunos aceros estructurales), permite la construcción de estructuras ligeras y resistentes, particularmente ventajosas en vehículos espaciales, aviones, y en todo tipo de vehículos terrestres y náuticos (Corliss et al., 2003).

La sencillez con la que se puede crear cualquier forma es quizás su mayor fascinación. Con frecuencia puede competir eficazmente con materiales menos costosos que tienen un nivel inferior de funcionalidad. Puede ser colado por cualquier método de fundición y se puede laminar a cualquier espesor (Groot, 2018).

Figura 3. Esquema de flujo del proceso de fundición de piezas.



Fuente: (Groot, 2018)

8.5.1 Características físicas

- Los atributos reales del aluminio son los siguientes
- Es un metal ligero, cuyo espesor es de 2.700 kg/m^3 .
- Tiene un punto de licuefacción bajo: $660 \text{ }^\circ\text{C}$ (933 K).
- La carga nuclear del aluminio es de $26,9815 \text{ g/mol}$.
- Tiene una alta conductividad eléctrica en algún punto del rango de 34 y $38 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ y una alta conductividad térmica de 80 a 230 W/mK .
- Resistente a la corrosión, a los productos químicos, a la intemperie y al agua de mar, gracias a la capa de Al_2O_3 formada. (Corliss et al., 2003)

8.5.2 Características químicas

- Debido a su alta expresión de oxidación, se forma inmediatamente una delgada capa superficial impermeable y seguidora de óxido de aluminio en el aire, que detiene el ciclo de oxidación, dando obstrucción al consumo y robustez.
- El aluminio tiene atributos anfóteros (se comporta como un corrosivo).
- La condición de oxidación principal y prácticamente especial del aluminio es $+III$ fiel a la forma debido a sus tres electrones en la capa de valencia (Corliss et al., 2003).

8.5.3 Fusión del aluminio

La combinación es un ciclo real que comprende la diferencia de condición de emisión del estado fuerte al estado fluido por la actividad de la intensidad, cuando un fuerte se calienta, el calor se traslada a las iotas que vibran más rápido al adquirir energía (Corliss et al., 2003).

El refinado del aluminio es un ciclo que se realiza mediante la adición de energía utilizando calefactores de diversas calidades, que pueden ser muchas en cuanto al tipo y la configuración, pero según el tipo de suministro de energía, los calefactores de depuración se ordenan en calefactores de combustión, eléctricos y mixtos. En nuestra circunstancia actual, el ablandamiento se lleva a cabo sólo en calentadores de combustión, con gasóleo por razones monetarias. Para esta situación utilizaremos aluminio reutilizado, especialmente de perfiles, obteniendo aluminio de segunda refinación que se produce por la licuefacción de la chatarra. Esta materia prima es conseguida por reciclaje (Villamar et al., 2006).

Aunque los hechos confirman que el aluminio tiene un lugar de ablandamiento de 660 °C, que es generalmente bajo en contraste con el bronce 900 °C o el hierro 1508°C, se necesita un 80% más de intensidad inactiva para disolver el aluminio que para licuar el bronce. Para encontrar el éxito en el sistema de disolución es importante tener la opción de cuantificar y adicionalmente dirigir la temperatura del ablandamiento a la luz del hecho de que una vez que toda la carga ha sido licuada, la temperatura empezará a subir rápidamente asumiendo que seguimos con un suministro de intensidad similar ya que la necesidad de intensidad será menor y cuanto mayor sea el sobrecalentamiento al que se oprime el licuado, más prominentes serán los problemas y menor será la naturaleza del compuesto (Corliss et al., 2003).

8.6 Tipos de hornos para fundición de metales

Un calentador es un aparato en el que se suministra y envía intensidad directamente o de forma indirecta a una masa fuerte o líquida para crear un cambio físico o compuesto en ella.

Los componentes de un calentador son:

- Componente de producción
- Marco de alimentación del material
- Cámara fundamental
- Envolturas calientes

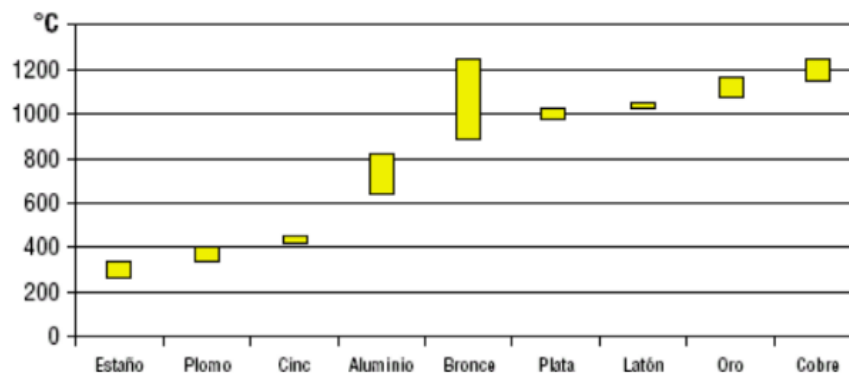
- Marcos de estimación y control
- Ventiladores y marcos de escape (calentadores con combustión)
- Organizaciones eléctricas
- Revestimiento exterior

La energía de intensidad prevista para calentar los calentadores puede surgir de Gases calientes suministrados en el encendido de rellenos fuertes, fluidos o vapores que calientan las piezas por contacto directo entre ambos o de forma indirecta a través de cilindros brillantes o intercambiadores de intensidad en general (Gabriela et al., 2015).

8.6.1 Propiedades de los hornos

Los metales se licúan a distintas temperaturas, la figura 4 muestra las marcas de ablandamiento de los metales más conocidos.

Figura 4. Intervalos de fusión de metales y sus aleaciones



Fuente: (Gabriela et al., 2015).

8.6.2 Clasificación de los Hornos

Los hornos se clasifican de acuerdo a su tipo de función:

Utilizados para disolver: Los hornos utilizados para la disolución de metales y sus compuestos difieren extraordinariamente en cuanto a límite y plan. Van desde pequeños calentadores de olla que contienen un par de kilogramos de metal hasta calentadores de hogar libre de hasta 200 toneladas de límite. El tipo de calentador utilizado para una purificación no se resuelve totalmente por los elementos adjuntos: (Flores, 2014)

- La necesidad de disolver el compuesto lo más rápido posible y llevarlo a la temperatura de proyección necesaria.

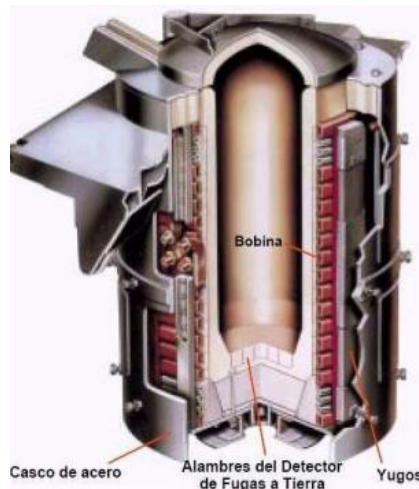
- La necesidad de mantener tanto la inmaculabilidad de la carga como la exactitud de su estructura.
- El rendimiento necesario del calentador.
- El gasto de la actividad de los calentadores.

Los tipos de calentadores utilizados en un ciclo de depuración son

- Horno de olla (portátil, fijo y cambiante).
- Horno eléctrico.
- Horno de aceptación.
- Horno de arco eléctrico.
- Horno de desplazamiento (Flores, 2014)

8.6.3 Hornos Eléctricos, ventajas y desventajas

Figura 5. Esquema del horno eléctrico



Fuente: (Flores, 2014)

Los calentadores eléctricos, tal y como se muestra en la figura 5, gozan de extraordinarias ventajas para ablandar metales, siendo las más significativas las cualidades que acompañan:

- En ciertos tipos de calentadores eléctricos pueden alcanzarse temperaturas excepcionalmente altas, de hasta 3500°C.
- El ritmo de aumento de la temperatura puede controlarse y mantenerse dentro de puntos de corte extremadamente exactos, con una directriz completamente programada.
- La carga está totalmente liberada de la contaminación por gas combustible.

- El entorno en contacto con el licuado puede controlarse de forma impecable, haciendo que se oxide o se reduzca libremente, y en ciertos tipos de calentadores se puede trabajar en vacío.
- Los revestimientos duran más que en otros tipos de calentadores.
- Se introducen en un espacio reducido.
- Su actividad es más estéril que la de otros tipos de calentadores.(Flores, 2014)

8.6.3.1 Ventajas de la utilización de hornos eléctricos

- Utiliza la energía eléctrica. En nuestro país hay un stock satisfactorio para la utilización de aparatos y máquinas que funcionan con este tipo de energía.
- Están completamente informatizados. Con la utilización correcta de un manual, se puede llegar a la programación del calentador.
- Proyección de preparaciones excepcionales. Como el metal a licuar está restringido, se libera de cualquier cuerpo desconocido (aire, gas, carbono, etc.), en consecuencia, se puede adquirir cualquier tipo de compuesto extraordinario.
- Altas temperaturas. Permite tener escorias extremadamente calcáreas que garantizan el fin prácticamente completo del fósforo y del azufre.
- Bajo consumo de metal. Trae consigo una gran cantidad de antorchas de metal debido a la escasez de fuego oxidante(Becker et al., 2015).

8.6.3.2 Desventajas de la utilización de hornos eléctricos

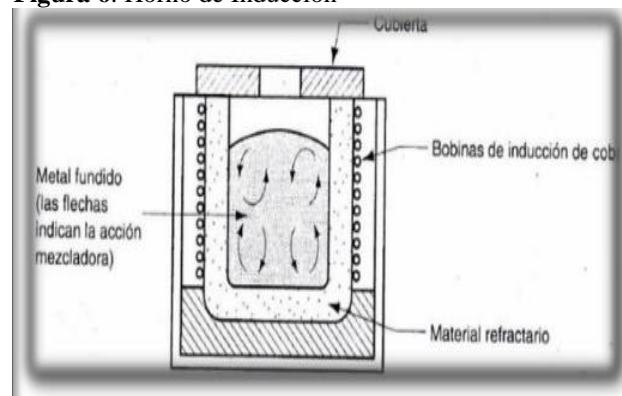
- - **La utilización de energía eléctrica es elevada.** Estos calefactores necesitan mucha potencia para alcanzar altas temperaturas.
- - **Costes de obtención.** Hay que tener en cuenta que, al trabajar con alta innovación, su gasto es igualmente elevado.
- **Poca utilización para la fundición.-** Ocupamos estos hornos para realizar tratamientos térmicos, muy pocos se utilizan para la fundición de metales (Becker et al., 2015).

8.6.4 Hornos De Inducción, ventajas y desventajas

Un calentador de alistamiento utiliza corriente de sustitución a través de un rizo que produce un campo de atracción en el metal, la consecuencia de la corriente impulsada provoca un rápido calentamiento y ablandamiento del metal. Al observar la Figura 6, se ilustran las características

de un horno de inducción para operaciones de fundición, el campo de energía electromagnética provoca una actividad de mezcla en el metal fluido. Es más, como el metal no está en ese estado de ánimo con ningún componente de calentamiento, el campo de energía electromagnética provoca una actividad de mezcla en el metal fluido, se puede controlar cuidadosamente el ambiente donde se practica la fusión. El resultado es una fundición de alta calidad y pureza, los hornos de inducción se usan para casi cualquier aleación cuyos requerimientos de calidad sean importantes. (Becker et al., 2015).

Figura 6. Horno de Inducción



Fuente: (Becker et al., 2015).

Una de las cualidades fundamentales es su capacidad, ya que estos calefactores trabajan con cantidades de corta de lo que un kilogramo hasta los lados de una tonelada. La contaminación ambiental por ruido se hace presente en este tipo de hornos pues produce un ruido agudo que perturba al ambiente de trabajo. (Becker et al., 2015)

8.6.5 Horno de inducción de alta frecuencia

"En el calentador de alistamiento de alta recurrencia, se cambia una combinación de materiales genuinamente no adulterados y cuidadosamente elegidos. Debido a la gran velocidad de la interacción, el metal no puede oxidarse en exceso, se presenta una cantidad limitada de sustancias añadidas y desoxidantes hacia el final del sistema de ablandamiento. Se utilizan en la creación de preparados perfilados y para el ablandamiento de preparados de alta combinación (preparados seguros de alta temperatura, aceros tratados, etc.) (Becker et al., 2015).

8.6.5.1 Ventajas de la utilización de hornos de inducción

- Funciona con corriente rotativa.

- Como no hay contacto con los componentes de calentamiento, la disolución posterior es impecable.
- La corriente accionada provoca un rápido calentamiento y disolución del metal.
- Tiene la capacidad de fundir desde 1kg hasta 100 ton, comúnmente funde Fe, Acero, Cu, Al, entre otros (Becker et al., 2015).

8.6.5.2 Desventajas de la utilización de hornos de inducción

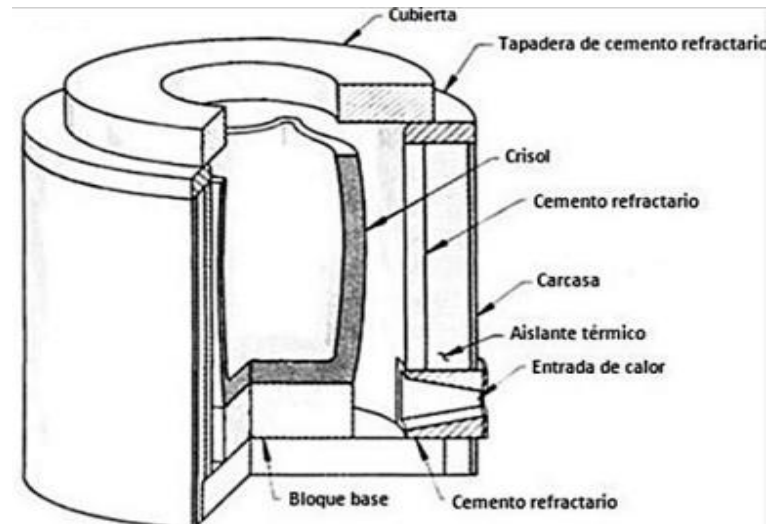
- Valor de compra y utilización de energía excepcionalmente altos.
- No se puede concebir ningún ciclo de refinado en la purificación de la amalgama.
- El sonido característico de este calentador incomoda a los administradores del equipo, por lo que se debe utilizar continuamente un seguro para los oídos.
- Dependiendo del metal a disolver, su recurrencia se eleva o se reduce: Al aumentar su recurrencia, disminuye la picadura y provoca una menor oxidación.

(Becker et al., 2015).

8.7 Horno de Crisol, ventajas y desventajas

De manera sencilla, un horno de crisol no es más que una recámara a la cual se le suministra energía, almacena calor y adelanta el intercambio de éste a un metal contenido en un soporte de intensidad conducente, impermeable a la actividad del metal y a las altas temperaturas llamado caldero, que permite disolver el metal en su interior y llenarlo después de una forma preestablecida. El caldero es un recipiente que se pone dentro de los calentadores para obtener el metal líquido. Normalmente está hecho de grafito con algún contenido de tierra y puede soportar materiales a altas temperaturas, como el bronce líquido o algún otro metal que generalmente supera los 500 °C (Flores, 2014).

Figura 7. Versión típica de un horno estacionario con crisol removible



Fuente: (Flores, 2014).

8.7.1 Horno de Crisol Móvil

El caldero se introduce en el calentador, que utiliza gas de petróleo o carbón fundido para disolver la carga metálica; cuando el metal está licuado, el caldero se saca del calentador y se utiliza como cuchara de proyección (De, 2014)

8.7.2 Horno de Crisol Estacionario

Su fuente de calor constituye el carbón de piedra, por lo general estos equipos son de forma cuadrada, estos hornos pueden ser construidos en serie con disposiciones continuas una a lado de otro, formando un solo bloque, pero separados únicamente por una capa de ladrillo refractario, a la vez unidos por una misma chimenea, manteniendo cuidado de disponer un registro vertical en el canal de comunicación de cada horno con la chimenea. (De, 2014)

8.7.3 Ventajas del uso de hornos de crisol

- Es utilizado en la fabricación de piezas hechas de metales no ferrosos como el cobre, bronce, el latón, zinc, aluminio, y demás aleaciones de cobre.
- Su adquisición, mantenimiento es económico.
- Puede fundir cantidades pequeñas, según sea la necesidad.
- Su combustible es de fácil adquisición en el mercado nacional.
- Según sea la necesidad se clasifican en hornos de tipo fijo y basculante.

- En el caso de los hornos de crisol basculante, no se utiliza ningún tipo de herramientas para sacar la carga, pues el horno es basculante y el operador no corre ningún riesgo de quemadura por contacto con la carga (Becker et al., 2015).

8.7.3.1 Desventajas del uso de hornos de crisol

- En el caso de los hornos de crisol fijos, se deben utilizar herramientas adecuadas para sacar la carga y colocarla en los moldes.
- Ocupa mayor espacio en comparación a otros hornos.
- Si no se tiene una ventilación adecuada puede causar problemas en la atmosfera de trabajo (contaminación por emanación de gases de combustión) en el momento del encendido del quemador (Becker et al., 2015).

8.7.3.2 Formas de calentamiento de un horno de crisol

Con respecto al tipo de energía utilizada, los calentadores de ollas pueden funcionar esencialmente mediante energía eléctrica o rellenos. En comparación con la energía eléctrica, los calentadores más reconocidos son los de obstrucción y los de aceptación. Además, se pueden utilizar varias estructuras como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos principales de combustión que se pueden emplear en el trabajo de los hornos de crisol

Combustible	Tipo	Poder Calorífico (kcal/kg)
Sólido	Leña	3800
	Carbón mineral	4000 a 6000
	Coque de fundición	6200 a 7500
	Coque de petróleo	8000
	Carbón vegetal	6500 a 7000
Líquido	Gasolina	10200
	Petróleo	11000 kcal/litro
	Diésel	7300
	Alcohol etílico Querosene Petróleo - Fuel - Oil - OC4	11600 9820-10000
Gaseoso	Gas licuado	10900
	Gas de coque	4500
	Gas natural	10000
	Metano	8500

Fuente: (Saltos & Vargas, 2009)

Cada tipo de energía, ya sea eléctrica o de combustible, goza de ventajas e impedimentos que hay que aprovechar o intentar que no se ajusten a las condiciones de creación necesarias o a la estrategia de inventario adoptada (Saltos & Vargas, 2009)

8.8 Comparación de acuerdo al tipo de hornos seleccionados

La comparación se hará de acuerdo a siete parámetros que se han considerado principales de acuerdo a características de cada uno de los hornos.

Tabla 3. Tabla de comparación para la selección del horno

	Horno eléctrico	Horno de inducción	Horno basculante
Método de calentamiento	Uso de Resistencias	Uso de Resistencias	Método de combustión (diésel)
Consumo de energía eléctrica	Alto	Alto	Bajo
Vertido del metal	Uso de moldes para descarga del metal	Uso de moldes para descarga del metal	Vertido directo
Costo de fabricación	Alto	Alto	Medio
Tipo de maniobra	Automatizado	Automatizado	Manual
Rotación	Estático	Estático	Rotación de 360°
Costo de Mantenimiento	Alto	Alto	Medio

Fuente: (Saltos & Vargas, 2009)

Para el análisis que está en la tabla 3 se ha tomado tres tipos de hornos y a cada uno se los ha valorado con un puntaje alto, medio y bajo, de acuerdo a las características necesarias para expuestas en la tabla.

8.8.1 Selección del horno

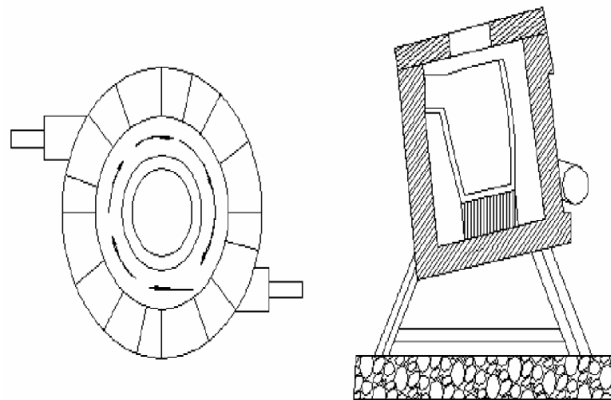
Según la tabla 5 introducida anteriormente y según las determinaciones de la organización, tuvimos la opción de elegir el tipo de calentador a planificar. Para el desarrollo y el plan elegimos el calentador de desplazamiento ya que su movilidad es esencial ahora de verter el

metal, el costo de montaje en contraste con los calentadores examinados es disminuido, la utilización de la energía eléctrica, así como el costo de apoyo son generalmente insignificantes y goza de la ventaja que los calentadores diferentes no tienen girando 360 ° para controlar el metal fluido (Saltos & Vargas, 2009).

8.8.2 Horno de crisol basculante

Son calefactores portátiles sostenidos en una red de apoyo afectivo. Se utilizan normalmente cuando se requiere una creación moderadamente enorme de una determinada combinación. El metal se traslada a los moldes en una cuchara o un caldero precalentado, salvo en casos extraordinarios en los que se vierte directamente. El primer tipo de calentador de desplazamiento, con límites de 70 a 750 kg de metal, se inclina alrededor de un pivote focal. Su impedimento es que el punto de liberación va con el desarrollo del desplazamiento. El dispositivo entero se puede inclinar para vaciar la carga se usa para metales no ferrosos como el bronce, el latón y las aleaciones de zinc y aluminio (De, 2014)

Figura 8. Esquema de un Horno de Crisol Basculante



Fuente: (De, 2014)

8.9 Componentes de un horno

Los establecimientos se colocan directamente en el suelo que ha sido recientemente avalado como apropiado para el establecimiento de un calentador moderno y son la parte que sostiene cada una de las partes que conformarán el calentador. Los establecimientos deben ser totalmente resistentes para soportar las potentes cargas obtenidas del trabajo con el calentador sin experimentar ningún tipo de decaimiento, y deben igualmente ser de aspectos satisfactorios para que la tensión aplicada por el calentador contra el suelo no supere las cualidades aceptables según lo establecido en los principios de seguridad (Powdertronic, 2016).

8.9.1 Paredes Rodean la zona de trabajo del horno y mantienen la cámara

Las paredes deben proteger el calefactor contra el calor, evitar la fuga de gases del hogar y la atracción de aire climático hacia el calefactor. Las paredes del calefactor se construyen normalmente en forma de sándwich, donde los componentes externos son de chapa de acero o aluminio, y el interior está hecho de esteras de fibra cerámica de protección. Las placas del calentador deben estar construidas de forma ascendente, ya que estarán continuamente expuestas al calor por un lado y al frío por el lado contrario (Powdertronic, 2016).

8.9.2 Cámara de combustión

Es una de las piezas principales de un calentador moderno y debe soportar temperaturas excepcionalmente altas, así como ser impenetrable a los gases calientes de alta presión que se rastrean en la pieza superior de la región de funcionamiento. Por lo tanto, los materiales utilizados para la fabricación de una cámara de ignición deben oponerse al ataque de los gases de escape de óxido ferroso, a la radiación caliente y al choque caliente. Existen varios tipos: plana, curva, de medialuna y suspendida. La cámara de ignición se fabrica con preparados de calidad superior y se protege con materiales de arcilla (Powdertronic, 2016)

8.9.3 Quemador Es el elemento que genera el calor

El quemador se compone de una etapa de infusión de aire y una etapa de encendido. La etapa de infusión suele tener un ventilador que dará aire natural rico en oxígeno para una gran combustión. La etapa de encendido está compuesta por la salida de gas, los accesorios de encendido y los indicadores de fuego. Aquí es donde se produce el encendido del gas (u otro combustible). El quemador debe tener componentes de seguridad que permitan distinguir la presencia de fuego y detener las válvulas en caso de que el fuego decepcione el lugar. (Powdertronic, 2016).

8.9.4 Chimenea

Tiene la capacidad de eliminar los gases de encendido de la cámara, para permitir la recarga de aire y conseguir una combustión decente (Powdertronic, 2016)

8.9.5 Juntas térmicas

Las juntas de los calentadores modernos deben tener la opción de compensar el desarrollo del calentador por la intensidad, para garantizar la fiabilidad del calentador. Su curso de acción y anchura dependen del grado de calentamiento presente en cada pieza del calentador y de los coeficientes de extensión de la intensidad de la obra de piedra (Powdertronic, 2016)

8.9.6 Esqueleto metálico

Sostiene todas las partes del calentador y es la construcción que retiene las cargas y las envía a los establecimientos. A esta construcción metálica se montan los adornos extra con los que se elige preparar el calentador, como entradas, tapas, ventanas, bordes, quemadores y caños (Powdertronic, 2016).

8.9.7 Difusores

Después de la cámara de combustión, los difusores son quizá el componente principal de un calentador. Están formados por ventiladores que hacen fluir el aire caliente a través de conductos. Los ventiladores que alimentan a los difusores son de tipo construido, exclusivamente determinados para ayudar al aire caliente a altas temperaturas. Los canales tendrán 22 salidas móviles a lo largo del calentador, lo que nos permite controlar el aire infundido en cada una de las distintas marcas del calentador moderno. Sin los difusores, las temperaturas en varios segmentos de la caldera serían extremadamente desiguales, creando posteriormente una desafortunada calidad de alivio en los artículos (Powdertronic, 2016).

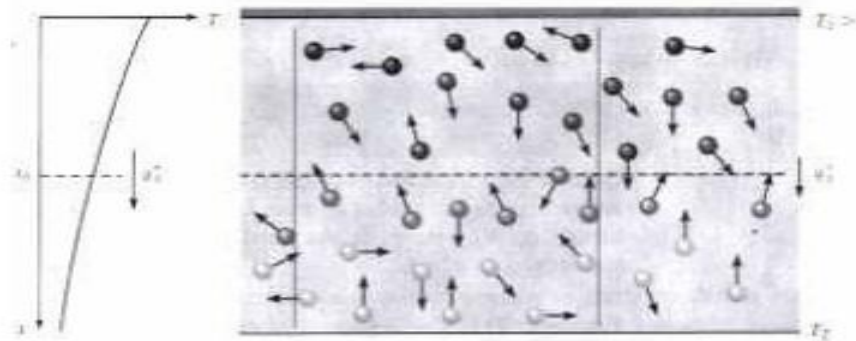
8.10 Principales formas de transferencia de calor

Frecuentemente en la región de diseño encontramos las pretendidas ciencias cálidas que incorporan la termodinámica y el movimiento de intensidad, siendo la última opción la correspondiente a la termodinámica. La termodinámica generalmente considera el marco en armonía, a la luz de las regulaciones adicionales que permiten el pronóstico comparable a la hora de mover la energía, estas regulaciones recíprocas están conectadas con tres métodos centrales de movimiento de calor como son: conducción, convección y radiación. (P, 1999)

8.10.1 Conducción

La palabra conducción se relaciona puntualmente con las ideas de movimiento nuclear y atómico, que en el estado fuerte apoyan este método de movimiento de la intensidad.

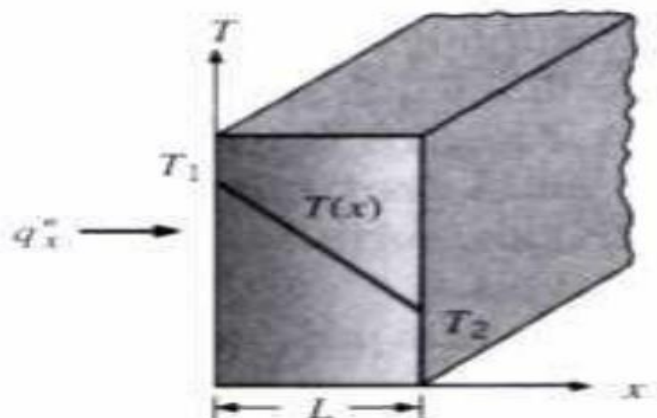
Figura 9. Comportamiento molecular en la transferencia de calor por conducción.



Fuente: (P, 1999)

La conducción es considerada como la transferencia de energía, de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia, debido a las interacciones entre las mismas (P, 1999) La situación es prácticamente lo mismo en los fluidos, aunque la distancia atómica se ve afectada por el impacto de las comunicaciones subatómicas. En un material no conductor, el movimiento del calor se produce únicamente a través de las ondas de la sección transversal. En un material fuerte, la conducción se atribuye al movimiento nuclear como vibraciones de la sección transversal, el movimiento del calor se debe al movimiento de traslación de los electrones. En la transferencia de calor por conducción, la ecuación o modelo que posibilita cuantificar este proceso de transferencia de calor se le conoce como LEY DE FOURIER (P, 1999)

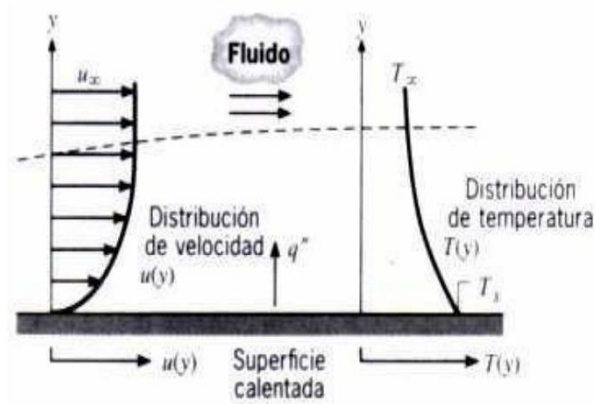
Figura 10. Transferencia de calor por conducción unidimensional.



Fuente: (P, 1999)

8.10.2. Convección: Este tipo de movimiento de intensidad está hecho de dos estructuras, no obstante, el intercambio de energía debido al movimiento subatómico irregular, la energía se mueve por un movimiento mundial o perceptible del líquido. La verdad del asunto es que el desarrollo del líquido en cualquier momento, en enormes cantidades de partículas se mueve todo, tal desarrollo con la presencia de una pendiente de temperatura se suma al intercambio caliente. Las moléculas en el fluido mantienen su movimiento aleatorio, la transferencia de calor se da entonces por la superposición de transporte de energía debido al movimiento global del fluido y al movimiento aleatorio de las moléculas (P, 1999)

Figura 11. Transferencia de calor por convección



Fuente: (P, 1999)

8.11 Tipos de fundición

En general, las piezas fundidas se pueden clasificar según su complejidad, peso y tamaño. Según su complejidad se pueden dividir en 5 grupos:

8.11.1 Piezas simples

Son de menor importancia, superficie plana, pocas vetas, generalmente detalles. No tienen orificios de inyección complicados, están ligeramente maquinados como se muestra en la figura 12. Algunas piezas son palancas, tapa, manija y volante son típicos de esta partida. (Kalpakjian, 2002)

Figura 12. Piezas simples en fundición.



Fuente: (Kalpakjian, 2002)

8.11.2 Piezas poco complejas

Tienen forma de caja con cámaras inferiores simples en un solo plano, superficies curvas y elementos reforzados. Llevan maquinando en superficies ligadas entre sí por relaciones posicionales que deben ser garantizadas como se observa en la figura 13. Ejemplos de este grupo pueden ser: cilindros, volantes con rayos, bastidores simples y cuerpos de reductores. (Kalpakjian, 2002)

Figura 13. Piezas poco complejas de fundición con maquinado



Fuente: (Kalpakjian, 2002)

8.11.3 Piezas de media complejidad

Tienen forma de caja, pero las cavidades internas son complejas, la superficie exterior tiene vetas, protuberancias y otros detalles junto con la superficie de las cavidades internas como se muestra en la figura 14. Tiene varias superficies y orificios mecanizados conectados entre sí por juntas relación de posición con tolerancias estrechas, operan a presión atmosférica. Esta partida comprende las ruedas dentadas de dientes fundidos, las bancadas de las máquinas herramienta, las carcasas de las bombas, las cajas de engranajes de gran tamaño y los conectores. (Jos, 2020).

Figura 14. Piezas de media complejidad en fundición.



Fuente: (Hurtado, 2011)

8.11.4 Piezas complejas

Son caja abierta o no, son partes importantes con protuberancias de formas complejas y ubicadas en planos distintos a la salida del accesorio, tienen maquinados en superficies relacionadas con la posición y muchos orificios como se muestra en la figura 15 son típicos, válvulas de distribución, bloques de motores, partes de turbinas, bombas. alojamiento y bancada de máquina herramienta (Hurtado, 2011).

Figura 15. Piezas complejas para fundición



Fuente: (Hurtado, 2011)

8.11.5 Piezas muy complejas

Tienen forma de cajas cerradas y tienen una gran responsabilidad. Tienen muchos detalles ubicados en planos distintos al de salida. Casi todas las superficies están mecanizadas, tienen una relación de posición entre sí. Se incluyen en este epígrafe grandes bloques motores, cigüeñales, carcasas hidráulicas, bombas complejas, cárteres y grandes chasis. (Jos, 2020).

Figura 16. Las piezas de hierro fundido son muy complejas.



Fuente: (Jos, 2020)

8.12 Principales etapas en el proceso de fundición

La obtención de una pieza fundida requiere varias operaciones.

8.12.1 Modelaje

La primera de estas operaciones es ejecutar el modelo de la pieza, y si es necesario, de las cajas de noyes; Esta actividad se denomina modelado, como se muestra en la Figura 17. (Jos, 2020)

Figura 17. Taller de Modelaje

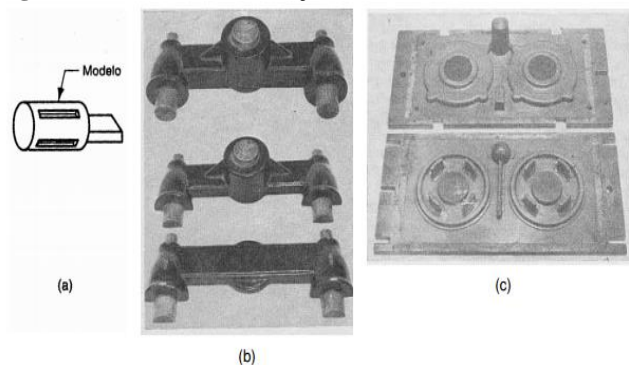


FIGURA 2.11 Tipos de patrones utilizados en la fundición en arena: a) modelo sólido, b) modelo dividido, c) modelo con placa de acoplamiento

Fuente: Fundición y moldeo. (Categoría: Ingeniería Metalúrgica. Tomas d. west, 1945)

8.12.2 Preparación de arenas

Los materiales necesarios para la ejecución del molde son la arena y las tierras. Una fundición comprende, en general como se muestra en la siguiente figura 18, dos tipos básicos de preparación: (Jos, 2020)

- Arenas y tierras de moldeo
- Arenas para noyes

Figura 18. Vista parcial de una sección de Preparación de Arenas



Fuente: Fundición y moldeo. (Categoría: Ingeniería Metalúrgica. Tomas d. west, 1945)

8.12.3 Moldeo

“En el proceso de fabricación se incluye la fundición de precisión y en su caso el secado del molde, que se obtiene utilizando modelos previamente preparados y arena o tierra”. Esta se denomina unidad de colada como se muestra en la figura 19, es la parte del taller en la que se fabrican los moldes (Jos, 2020).

Figura 19. Operación de Moldeo



Fuente: Fundición y moldeo. (Categoría: Ingeniería Metalúrgica. Tomas d. west, 1945)

En la obtención de piezas fundidas los moldes encargados de obtener los orificios se llaman noyos. Tradicionalmente se fabrican ligando arena mediante el uso de alguna resina, la cual se mezcla previamente con la arena y polimeriza mediante el agregado de algún monómero, catalizador o calor (Jos, 2020).

8.12.4 Confección de machos o noyos

Comprende el conjunto de operaciones que permiten obtener los machos destinados como se muestra en la figura 20, a ser colocados en los moldes, utilizando cajas de noyos, arenas, armaduras, etc

Figura 20. Confección de machos o noyos



Fuente: (Pascual Perez, 2007)

8.12.5 Acabado del molde

Esta operación, llevada a cabo a menudo en la sección de moldeo como se puede observar en la figura 21, tiene por objeto preparar el molde ya ejecutado, ponerlo a disposición para recibir metal líquido; Incluye posición del núcleo, entrada de aire, cierre del molde, carga, etc

Figura 21. Colocación de noyos



Fuente: (Pascual Perez, 2007)

8.12.6 Fusión

Consiste en preparar el metal con la correcta composición y la temperatura adecuada. Una vez que el metal es calentado a una temperatura lo suficientemente alta para transformarlo 14

completamente al estado líquido, se vierte directamente en la cavidad del molde, como se observa en la figura 22

Figura 22. Proceso de fusión.



Fuente: (Pascual Perez, 2007)

8.12.7 Colada (Vertido del material fundido)

La penetración del metal fundido en la cavidad del molde tiene lugar a través de la copa o bebedero y varios canales de suministro. También se tiene en cuenta la temperatura del metal fundido en el momento de su introducción en el molde. Lo importante aquí es la diferencia entre la temperatura de colada y la temperatura inicial de solidificación, esta diferencia de temperatura a veces se denomina sobrecalentamiento, como se muestra en la Figura 23. (Pascual Perez, 2007)

Figura 23. Colada de moldes



Fuente: Fundición y moldeo. (Categoría: Ingeniería Metalúrgica. Tomas d. west, 1945).

8.12.8 Desmolde

Así se denomina a la operación que consiste en abrir el troquel para sacar la pieza, como se puede apreciar en la figura 24, después de que el metal se haya enfriado. (Pascual Perez, 2007)

Figura 24. Proceso de desmolde manual.



Fuente: (Pascual Perez, 2007)

8.12.9 Rebarba o acabado

Se limpiará la pieza, eliminando la arena y los lavados y virutas asociados; son operaciones denominadas depuración y limpieza, como se muestra en la Figura 25. (Jos, 2020)

Figura 25. Proceso de Rebarba y acabado.



Fuente: Fundición y moldeo. (Jos, 2020)

8.13 Solidificación y enfriamiento

Después de verter el metal fundido en el molde, se enfría y solidifica. Las cuestiones relacionadas con la cementación incluyen el tiempo de enfriamiento del metal, la contracción, el endurecimiento direccional y el plan de escalonamiento (Jos, 2020).

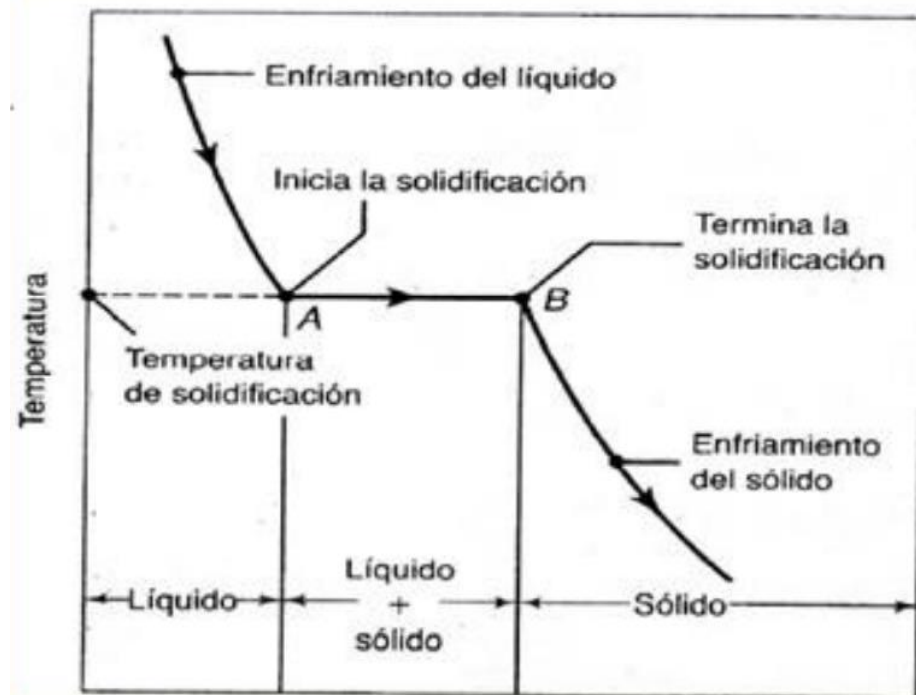
8.13.1 Solidificación de los metales

La cementación incluye la restauración del metal líquido a un estado fuerte. El sistema de cementación cambia dependiendo de si el metal es un componente no adulterado o un compuesto (Jos, 2020).

8.13.2 Metales Puros

Como el metal puro tiene un punto de fusión (o solidificación) bien definido, se solidifica a una temperatura constante, como se muestra en la figura 1.17. “Por ejemplo, el aluminio puro se solidifica a 660 °C (1220 °F), el hierro a 1537 °C (2798 °F), y el tungsteno a 3410 °C (6170 °F).”⁶ Luego que la temperatura del metal fundido desciende a su punto de solidificación, permanece constante mientras se disipa su calor latente de fusión. (Jos, 2020)

Figura 26. Temperatura como función del tiempo de solidificación de los metales puros



Fuente: (Kalpakjian, 2002)

El frente solidificado (interfaz sólido-líquido) se mueve a través del metal fundido desde la pared del molde hacia el centro. El metal solidificado, llamado fundición, se retira del molde y se enfría a Temperatura ambiente. (Kalpakjian, 2002)

8.13.3 Crisol

Un crisol es un recipiente que se utiliza para almacenar los metales que se van a fundir en el horno y se utiliza para soportar las altas temperaturas que se encuentran durante la fundición de metales. El material del crisol debe tener un punto de fusión alto, mucho más alto que el del crisol, metal. para fundirse, resistir el ataque químico del metal y además, debe tener una excelente resistencia al calor.(Heine, R. W., Loper, C. R., & Rosenthal, 1967)

Las copas proporcionadas por la industria varían en tamaño, generalmente se numeran según la cantidad de aluminio que pueden contener y multiplicado por 3 da la cantidad de cobre que puede contener; sin embargo, cabe señalar que cada fabricante tiene su propio nombre y no necesariamente se sigue este estándar.(ASM International, 1988)

Como ejemplo del sistema de nombres, el crisol número 6 puede contener 6 libras de aluminio o 18 libras de cobre. Para el aluminio y sus aleaciones se utilizan crisoles de arcilla de grafito, carburo de silicio y hierro fundido. Mientras que los crisoles de arcilla de grafito y carburo de silicio son los preferidos para fundir, calentar y vaciar, el crisol de hierro fundido se usa solo para retener el calor y vaciar. Según la aplicación, se requieren las siguientes condiciones: resistencia a los efectos de aluminio líquido y medios fundidos, buena conductividad eléctrica, resistencia térmica y mecánica, y resistencia a los cambios de temperatura (Patricio Pachacama-Nasimba et al., 2020).

El crisol de arcilla de grafito está hecho de una mezcla de grafito y arcilla aglutinante. Estos crisoles tienen capacidades de 50 a 300 kg en aluminio. Recientemente se utilizan crisoles con capacidades entre alrededor de 500 y 800 kg. Estos crisoles se pueden utilizar para fundir, calentar y colar. Su comportamiento frente al aluminio fundido es neutro (Patricio Pachacama-Nasimba et al., 2020).

La vida de un crisol de grafito depende del tipo de horno, y por tanto del tipo de calentamiento, de la aleación a fundir y de su punto de fusión, así como del tratamiento al que se somete el caldo. En promedio, se pueden calcular entre 60 y 80 fusiones y para los que conservan el calor, una vida útil de 2 a 2 ½ meses (Patricio Pachacama-Nasimba et al., 2020).

En comparación con el crisol de arcilla de grafito, el crisol de carburo de silicio tiene la ventaja de conductividad térmica constante y eficiencia de fusión. Es por eso que no hay límite en su duración en comparación con la conductividad, los crisoles de carburo de silicio, cuando se

manipulan con cuidado, duran más que los de arcilla de grafito; también son más caros que piezas. El comportamiento de los crisoles de carburo de silicio para aluminio líquido es neutral (Patricio Pachacama-Nasimba et al., 2020).

8.14 Aleaciones de aluminio

Los elementos principales de las aleaciones en estudio son, en promedio, 4,0% Cu y 1,0% Mg para el AA2024; 1,2% Mn y 0,13% Cu para el AA3003, 1% Si, 1% Mg y 0,5% Mn para el AA6082; 1,6% Fe y 0,7% Mn para el AA8006; 0,7% Si y 0,8% Fe para el AA8011 y 0,6% Si, 0,3% Cu, 0,7% Fe y 1,0% Mg.

La influencia de los elementos de aleación en el aluminio son los siguientes:

Cobre: aumenta significativamente la resistencia a la tracción y la dureza, tanto en estado extruido como tratado térmicamente, las aleaciones que contienen -6% Cu tienen una reacción de tratamiento térmico más eficiente que la. El cobre generalmente reduce la resistencia a la corrosión y, en ambientes muy específicos en ciertas aleaciones, provoca agrietamiento por corrosión. La adición de cobre reduce la resistencia al agrietamiento en caliente y reduce la colabilidad en las fundiciones (V Echavarría, 2013).

Hierro: Es muy soluble en estado líquido, pero prácticamente insoluble (0.04% Fe) a temperatura ambiente. Por esta razón, se presenta como compuestos Inter metálicos insolubles, más comúnmente Al_3Fe , Al_6FeMn y $\alpha AlFeSi$. Mejora la resistencia al agrietamiento en caliente, la resistencia a la fluencia a altas temperaturas y reduce la tendencia a adherirse durante el moldeo. Hierro fundido de grano en lingotes. Un aumento en el contenido de hierro aumenta la resistencia mecánica, pero reduce significativamente la ductilidad, debido a la presencia de una segunda fase. En presencia de un alto contenido de hierro, estas fases afectan negativamente la fluidez y las características de alimentación de la fundición. Junto con el manganeso y el cromo, el hierro ayuda a formar fases que pueden eliminarse limpiando los depósitos de fundición.(V Echavarría, 2013)

Magnesio: Mejora significativamente la resistencia y la dureza de la aleación Al-Si convencional con tratamiento térmico o aleaciones más complejas que contienen elementos como Cu, Ni y otros elementos. La fase dura responsable de la mejora de la dureza es Mg_2Si y tiene una solubilidad máxima de 0,7% Mg. Por encima de esta concentración, no se produce más endurecimiento debido al efecto suavizante de la matriz de aluminio. Las composiciones

recomendadas por para aluminio de alta calidad ("premium") oscilan entre 0, 0 y 0,70 %. La aleación binaria Al-Mg es ampliamente utilizada cuando se requiere un acabado superficial brillante, buena resistencia a la corrosión y una excelente combinación de resistencia y ductilidad. Las preparaciones desde hasta 10 % de Mg, así como las preparaciones que contienen más de 7 % de Mg, se calientan tratable, cuya principal desventaja es la inestabilidad de las propiedades de envejecimiento a temperatura ambiente. La aleación Al- Cu-1Mg se caracteriza por la precipitación del compuesto Al_2CuMg , responsable del endurecimiento de los precipitados de las aleaciones mencionadas. (V Echavarría, 2013)

Manganeso: Aumenta la resistencia mecánica por solución sólida o por precipitaciones finas entre metales. No altera la resistencia a la corrosión. Se utiliza en las fundiciones para corregir la forma de aguja de los precipitados ricos en hierro similares a agujas y para reducir su efecto de flexión, aunque promueve la estructura de la cadena en el lingote. Como precipitado fino, previene el crecimiento de partículas durante la recristalización. El manganeso aumenta la sensibilidad al agrietamiento de las aleaciones tratables térmicamente. Hasta un 1,25 % de manganeso es el principal agente de aleación en tipos de aleaciones 3xxx. Con grandes deformaciones plásticas, estos materiales exhiben una resistencia a la tracción aceptable. En presencia de Fe, Cr o Ni, se debe tener cuidado de no exceder el límite de composición de para evitar la formación de cristales intermetálicos primarios. (V Echavarría, 2013)

Níquel: Se utiliza junto con el cobre para mejorar las propiedades a altas temperaturas. También reduce el coeficiente de expansión térmica. (V Echavarría, 2013)

Silicio: El efecto más notable del silicio en el aluminio es mejorar las propiedades de fundición, para mejorar la fluidez, la resistencia al agrietamiento en caliente y las características de alimentación de la fundición. Las aleaciones comerciales de Al-Si van desde elementos reductores hasta aproximadamente un 25% de Si. Para procesos de fundición de velocidad de curado lento, se prefiere el rango de 5-7 % Si, para moldes permanentes se recomienda 7-9 % Si y para fundición a presión velocidad de enfriamiento inducida alta, 8-12 % Si. Se debe usar más de eutécticos para fines de grados parciales a medida que aumenta la velocidad de enfriamiento. La adición de silicio reduce la densidad y el coeficiente de expansión térmica.

Estaño: Propiedades antifricción y maquinabilidad mejoradas. Por esta razón, se utiliza en aleaciones para rodamientos. El estaño puede afectar la respuesta de endurecimiento de algunas aleaciones de aluminio. (V Echavarría, 2013)

Titanio: Refina la estructura de grano del aluminio, a menudo se agrega como boruro de titanio, TiB₂, preferiblemente en concentraciones superiores al percentil Tendencia reducida a agrietarse. (V Echavarría, 2013)

Zinc: No se ha informado ningún beneficio al agregar zinc al aluminio. Sin embargo, en aleaciones que contienen Cu y/o Mg, mejora la respuesta con endurecimiento natural o por tratamiento térmico. (V Echavarría, 2013)

8.15 Hipótesis del proyecto

¿La implantación de un horno de crisol en la "Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná" permite fundir aluminio?

8.16 Pregunta científica

¿La implementación de un horno de crisol, permitirá la fundición de aluminio para realizar diferentes elementos en la universidad Técnica de Cotopaxi?

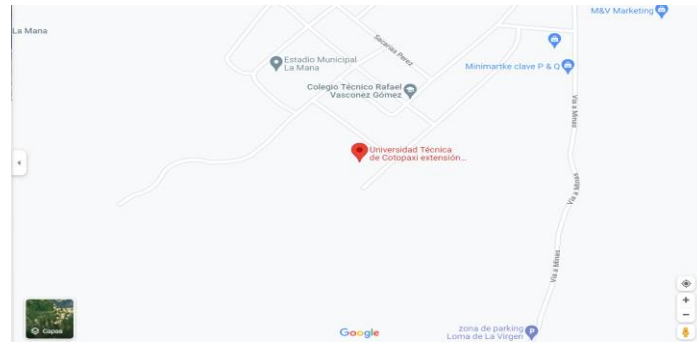
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La metodología de la investigación es la disciplina que se encarga del estudio crítico de los procedimientos, y medios aplicados por los seres humanos, que permiten alcanzar y crear el conocimiento en el campo de la investigación científica. A continuación, explicamos los tipos de investigaciones que se usaron para el desarrollo de la propuesta tecnológica, entre ellos están: investigación bibliográfica, investigación de campo e investigación experimental.

9.1 Tipos de investigación

Localización Mediante la aplicación Google Earth se pudo obtener la localización exacta en donde se va a implementar la propuesta tecnológica lo cual nos lanzó los siguientes parámetros: 196 metros sobre el nivel del mar las coordenadas son: 0°-0.9507334,17"S , -79.2313842"W. Estas coordenadas corresponden a una ubicación en el cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi.

Figura 27. Ubicación del lugar Universidad Técnica de Cotopaxi



Fuente:(Maps, s/f)

9.2.1 Investigación de campo

Con el fin de realizar el estudio, mediante la toma de datos, para la implementación de un horno de crisol en la "Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná"

9.2.2 Aplicada

Aportando soluciones factibles para el problema planteado, esta metodología nos permitirá cumplir con la hipótesis al momento de realizar las pruebas respectivas.

9.2.3 Documental

Para la elaboración de este trabajo de investigación será necesario el uso de la información, el criterio de los diversos autores, la recopilación de artículos, libros, folletos, referencias de personal técnico calificado, el Internet, serán necesarios para sustentar esta investigación

9.2.4 Observación

Con esta técnica observamos que, al implementar un horno de crisol, fortaleceremos el conocimiento de la materia en termoaplicada para los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica.

9.2.5 Medición

La investigación se realizará con instrumentos de medición para su desarrollo, esto nos permitirá tener un diagnóstico real para saber por dónde iniciar el proceso de análisis e implementación, para así partir de una serie de valores de temperatura. Estos valores nos ayudarán a dimensionar el sistema como parte del proceso de implementación del proyecto.

9.3 Parámetros de diseño

Generalmente la selección de los parámetros de diseño está bajo el criterio del diseñador, su experiencia y presupuesto. Los parámetros de diseño no son fijos y solo sirven como base para el diseño, estos parámetros pueden cambiar si los resultados no son los esperados.

En el horno de crisol se identifican los siguientes parámetros de diseño:

- Metal a fundir.
- Crisol a emplear.
- Temperatura máxima de operación.
- Tiempo de operación.
- Ubicación del horno y flujo de aire.
- El metal a fundir ya ha sido antes definido y resulta ser el objetivo primordial del horno.

9.4 Manual de instrucciones y uso

1. Introducción del producto

2. Parámetros del producto

3. Ajuste de configuración

3.1 Principio de funcionamiento

3.2 Ajuste de temperatura

4. Instrucciones de fundición de metales.

5. Precauciones

5.1 Precauciones generales de seguridad

5.2 Asuntos que requieren atención

2. Parámetros del horno

Tabla 4. Parámetros

Parámetro	Valor	
Carga a fundir	Volumen, cm ³ /litro	Volumen, cm ³ /litro
Aluminio	400/0.40 cm ³	2/4.4 /kg/lb
Crisol	-	
Tipo/material	A2/grafito	
Dimensiones (plano de referencia)	H=380mm, D=240mm, d= 210mm	
Temperatura Máxima de operación	1150°C	
Tiempo de funcionamiento máx.	Max 8h	
Ubicación prevista	Recinto cerrado	
Flujo de aire en el recinto	Aire quieto	

Fuente: (Arboleda W. y Lasso D., 2022)

Figura 288. Horno de crisol

Fuente: (Arboleda W. & Lasso D., 2022)

3. Ajuste de configuración

3.1 Principio de aflicción:

El m chine se puede dividir en: sistema de calefacción, control, sistema. Sistema de control: sistema PID, el sistema PID tiene dos funciones, medir y controlar la temperatura

Principio: El sistema medirá periódicamente la temperatura en el horno de forma intermitente, y transmitirá la temperatura medida al sistema PID, y luego el sistema PID mostrará el valor obtenido (temperatura real) en la tabla de control de temperatura.

Si la temperatura real es menor que el ajuste de temperatura, el sistema PID calentará el horno a través del cable de resistencia; si la temperatura real es mayor que la temperatura establecida, el sistema PID se detendrá a calentar el horno. Medición de temperatura intermitente

Es generalmente 2s como un período de tiempo para garantizar la precisión de medición de temperatura.

Comparado con un ordinario sistema de control de temperatura, el sistema PID tiene obvias ventajas; flexibilidad, eficiencia y precisión.

3.2 instrucciones de operación.

1. Conecte la fuente de alimentación.
2. Encienda el interruptor de encendido.
3. Temperatura de ajuste (según el punto de fusión del metal). En el estado de visualización normal de SV/PV, presione la tecla "Set" para hacer que la pantalla SV parpadee. Cada dígito se puede configurar. Presione la tecla "<" para encontrar el número de dígitos necesarios para ajustar la temperatura. Presione "A" y "v" para sumar o restar el valor establecido para completar el ajuste de temperatura establecido, y luego presione "Set" para hacer que el medidor SV/PV se muestre normalmente. La temperatura de ajuste se guardará automáticamente después del cambio. (Nota: esta máquina tiene una función de recuperación de pantalla. Si se configura la temperatura y se olvida de presionar "Set", el medidor volverá automáticamente al modo de visualización después de 30 segundos, y los parámetros modificados no se guardarán)
4. Cuando el horno se esté calentando, "OUT" se iluminará hasta que la temperatura real alcanza el valor de ajuste.
5. Vierta el metal fundido en el molde y coloque el crisol de vuelta al horno.
6. Si se ha completado todo el proceso de fusión, apague fuera del poder.

4. Instrucciones de fundición de metales.

Principio del horno: El controlador calienta el horno a través del alambre de resistencia, el calor en el horno se transfiere al crisol, y luego el crisol transfiere el calor al metal, y el metal genera calor hasta que llega al punto de fusión del metal.

La temperatura máxima de nuestra máquina es de 1150°C. Puntos de fusión de metales comunes con puntos de fusión más bajos de 1150°C.

Tabla 5. Tipos de metales

Nombre de metal	Punto de fusión
Aluminio	660°C
oro	1,064.18°C
plata	961.78°C
Zinc	419.53°C
Cobre	1,083.4°C

Fuente: Arboleda W. y Lasso D., 2022

Nota: Para lograr el efecto de fusión ideal, por favor no llenes el crisol por completo. Cuando hay demasiado metal en el crisol, lleva mucho tiempo derretir el metal y calor perdido. Además, en el horno de fundición de metales, el las impurezas en el metal se descompondrán para producir gas. Si el crisol se carga demasiado, provocará una excesiva presión. Será peligroso para los usuarios. En este caso, usted necesita abrir la tapa para derretir.

5. Precauciones

5.1 Precauciones generales de seguridad para el uso de productos electrónicos.

Para evitar el riesgo de incendio o descarga eléctrica, por favor siga estrictamente las instrucciones de seguridad y lea las instrucciones cuidadosamente. Confirme si el voltaje cumple con los requisitos de voltaje del producto antes de su uso y conecte a tierra el cable a tiempo.

Por favor, no abra este producto cuando esté en un ambiente o lugar húmedo. Si el producto está húmedo, déjelo secar el sol, y coloque el producto en un lugar seguro para evitar daño a la máquina.

Después de que la máquina funcione continuamente durante 5 horas, debe esperar a que la máquina se enfríe antes de continuar

Trabajo: la máquina no se puede colocar cerca de ningún producto generadores de calor.

- Al limpiar el producto desconecte la fuente de alimentación y limpie con un paño limpio.
- No limpie el producto con un paño de supermercado y no permita que ningún líquido entre en el producto.

Está prohibido fundir sustancias que contengan ácidos y álcalis. Estas sustancias producirán gases corrosivos; bajo condiciones de alta temperatura que son perjudiciales para los humanos y máquinas.

5.2 Asuntos que requieren atención:

1. El sistema de alimentación de este producto no puede funcionar bajo condiciones de alta temperatura durante mucho tiempo, y el único trabajando, es decir, no debe exceder las 5 horas.
2. Protégete mientras trabajas para evitar altas temperaturas o quemaduras
3. El producto no puede funcionar en un ambiente húmedo.
4. Si el producto fundido contiene sustancias como ácidos y álcalis, estas sustancias generarán gases nocivos y corroen la máquina. En este caso, recomendamos abriendo la tapa del horno durante el proceso de fundición.
5. La temperatura máxima del producto es de 1150° C. Se prohíbe la fundición que supere esta temperatura.
6. Antes de usar, verifique si el crisol está estropeado. Si está dañado, reemplácelo inmediatamente.
7. Para obtener el mejor efecto de fundición, no llenar el crisol por completo. Se generará gas durante el proceso de fundición. Si el crisol está lleno de metal, esto puede provocar que la presión sea demasiado alta y traer peligro. Si usted necesita llenar completamente el metal para fundir

10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

10.1 Tipos de material a fundir

El aluminio tiene un punto de fusión de 660 °C, relativamente bajo en comparación con el bronce 900 °C o hierro 1508°C, sin embargo, se precisa un 80% más de calor latente para fundir aluminio que para fundir bronce.

Tabla 6. Propiedades del Aluminio

ALUMINIO	AL
Densidad a 20 °C:	2700 kg/m ³ (1, 56 Oz/in ³ a 68 °F)
Punto de fusión:	660 °C (933 K)
Punto de ebullición	2467 °C
Calor específico:	0,92 J/g K (0,23 cal/ g °C)
Conductividad térmica:	209-230 W/m · °K

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

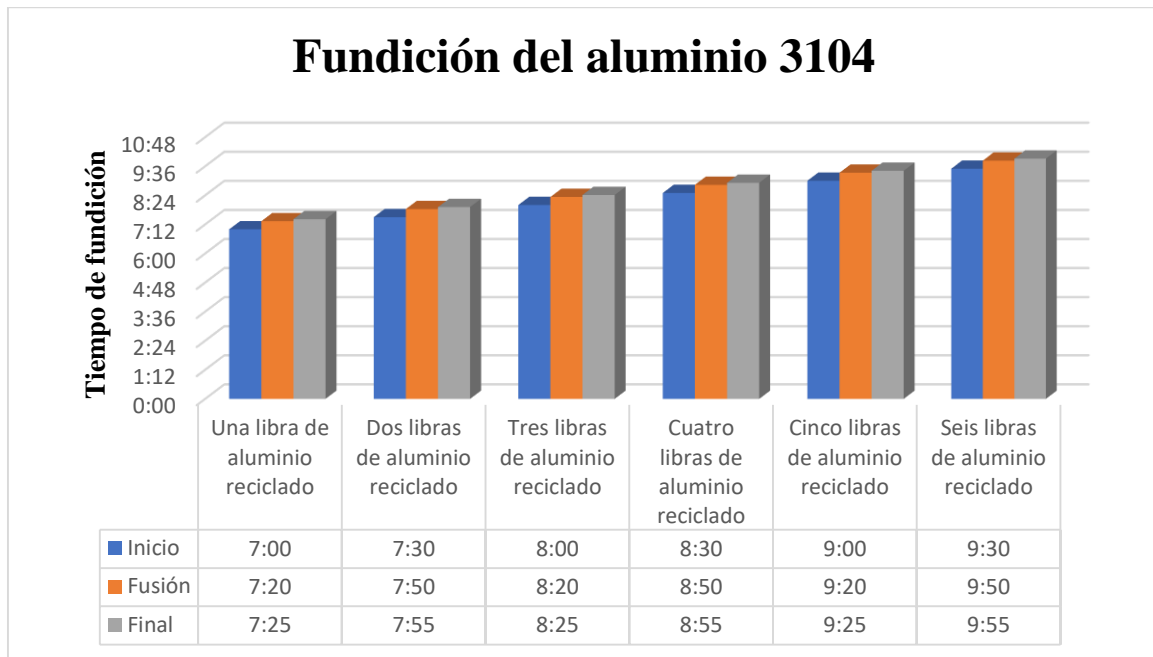
10.2 Latas de aluminio recicladas

La aleación 3104 AL-manganeso es procesada comúnmente por los fabricantes de latas de bebidas para formar el cuerpo de los productos enlatados. Es usado por su gran formabilidad, pueden adelgazarse y estirarse.

Tabla 7. Comparación de tiempos de fundición del aluminio de latas recicladas en diferentes masas

Material			Aleación de aluminio 3104 603°C temperatura de fusión		
Tiempo de calentamiento del refractario			20 min		
Tiempo de Fusión			25 min		
Capacidad de la cuba u horno			2.72 kg		
Inicio	Fusión	Final	KG	Lb	Colado
7:00am	20 min	7:25am	0.453592 kg	1lb	1
7:30am	20 min	7:55am	0.907185 kg	2lb	2
8:00am	20 min	8:25am	1.36078 kg	3lb	3
8:30am	20 min	8:55am	1.81437 kg	4lb	4
9:00am	20 min	9:25am	2.26796 kg	5lb	5
9:30am	20 min	9:55am	2.72155 kg	6lb	6
Total, de horas empleadas			3 horas		

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

Figura 299. Comparación de tiempos de fundición del aluminio de latas recicladas en diferentes masas

Fuente: Arboleda W. y Lasso D., 2022

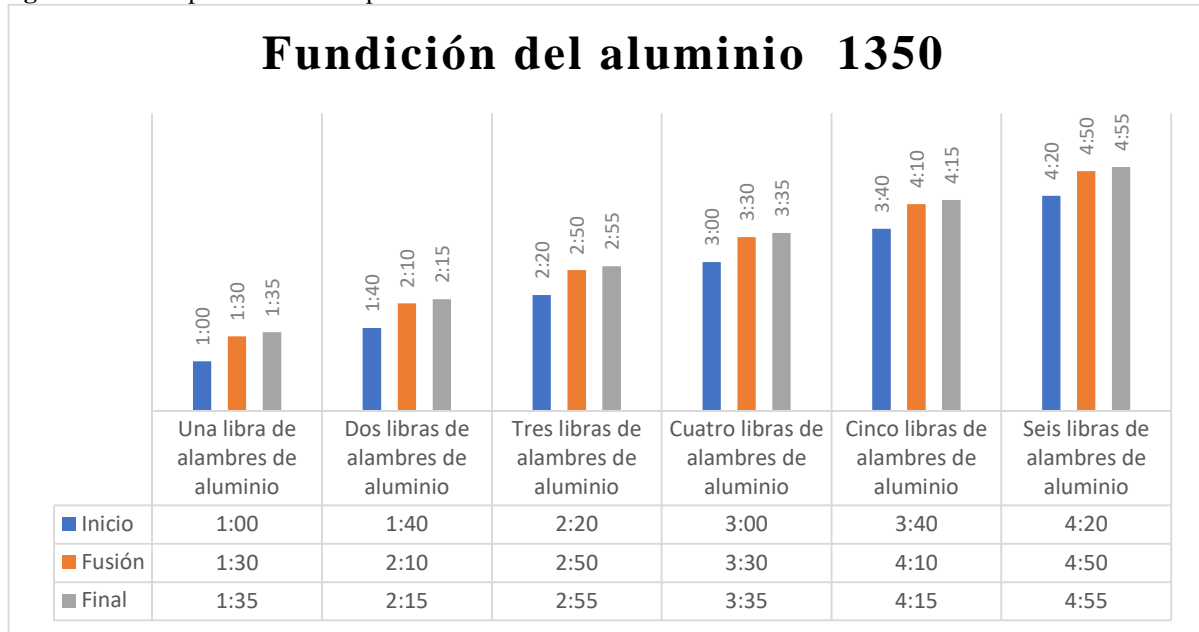
10.3 Cables de alambres de aluminio

Los cables de aleación de aluminio 1350 (AAC) son conductores formados por capas de alambres de aluminio 1350 cableados de forma concéntrica, las cuales pueden ser fabricadas en diversas clases de cableado.

Tabla 8. Comparación de tiempos de fundición de los alambres de aluminio en diferentes masas

Material			Aleación de aluminio 1350 603°C temperatura de fusión		
Tiempo de calentamiento del refractario			20 min		
Tiempo de Fusión			30 min		
Capacidad de la cuba u horno			2.72 kg		
Inicio	Fusión	Final	KG	Lb	Colado
1:00pm	30 min	1:35 pm	0.453592 kg	1lb	1
1:40pm	30 min	2:15 pm	0.907185 kg	2lb	2
2:20pm	30 min	2:55 pm	1.36078 kg	3lb	3
3:00pm	30 min	3:35 pm	1.81437 kg	4lb	4
3:40pm	30 min	4:15 pm	2.26796 kg	5lb	5
4:20pm	30 min	4:55 pm	2.72155 kg	6lb	6
Total, de horas empleadas			4 horas		

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

Figura 300. Comparación de tiempos de fundición de los alambres de aluminio en diferentes masas

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

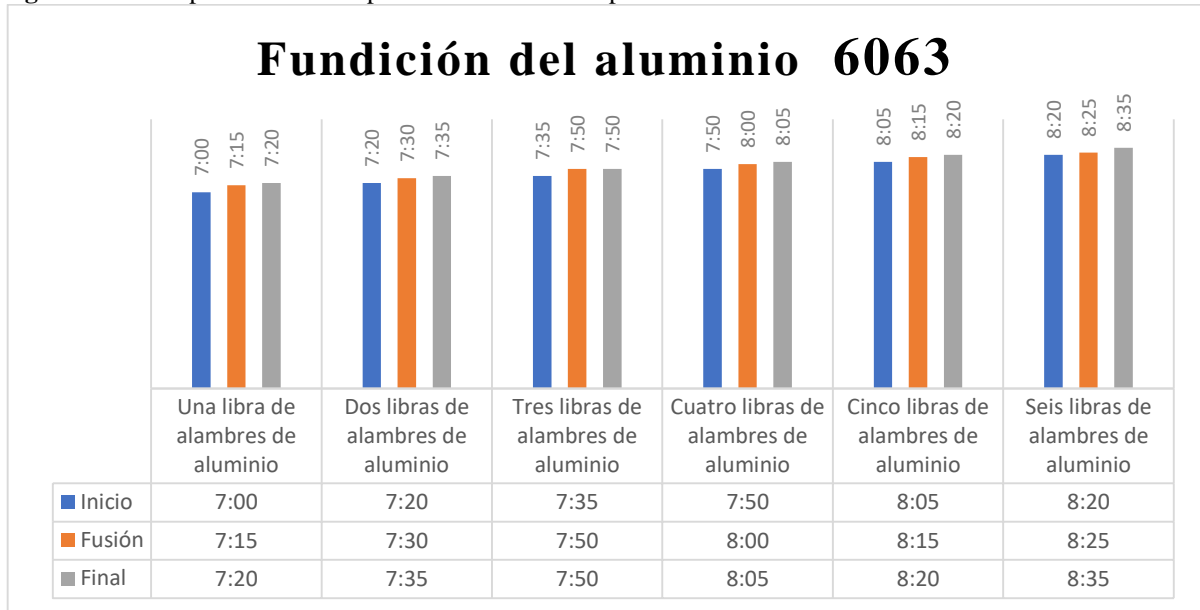
10.4 Perfilera de aluminio

En cuanto al uso primario, la aleación 6063 es mayormente utilizada para la fabricación de perfilera de aluminio, Las aplicaciones comunes de esta aleación van prácticamente dirigida a la construcción y automotriz, que comprenden: ventanas, puertas, claraboya, estructuras mobiliarias.

Tabla 9. Comparación de tiempos de fundición de la perfilera de aluminio en diferentes masas

Material			Aleación de aluminio 6063 603°C temperatura de fusión		
Tiempo de calentamiento del refractario			20 min		
Tiempo de Fusión			15 min		
Capacidad de la cuba u horno			2.72 kg		
Inicio	Fusión	Final	KG	Lb	Colado
7:00am	15 min	7:20am	0.453592 kg	1lb	1
7:20am	15 min	7:35am	0.907185 kg	2lb	2
7:35am	15 min	7:50am	1.36078 kg	3lb	3
7:50am	15 min	8:05am	1.81437 kg	4lb	4
8:05am	15 min	8:20am	2.26796 kg	5lb	5
8:20am	15 min	8:35am	2.72155 kg	6lb	6
Total, de horas empleadas			1h:35minutos		

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

Figura 311. Comparación de tiempos de fundición de la perfilería de aluminio en diferentes masas

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

Tabla 10. Taba de producción

Producción	
Sumatoria de la producción en Kg	8,16466 kg
Sumatoria de la producción en Lb	18 lb
Turnos al día	1
Turnos al mes	20
Kg/mes	54,4311 kg
Lb/mes	120 lb

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

10.5 Diagrama de fundición de otros hornos

Tabla 11. Tipos de hornos para el proceso de fundición

Por el tipo de revestimiento	Ácido		
	Básico		
Por la fuente de energía	Hornos de combustión	Hornos en los cuales el metal y el combustible están separados	Hornos de crisol (Fijo y basculante)
			Hornos de llama o reverbero
		Hornos en los cuales los metales y los combustibles están en contacto	Horno de cubilote
	Hornos eléctricos	De resistencia	No metálicas o de electrodo radiante
		Metálica	

		De inducción	De baja frecuencia
			De alta frecuencia
	Hornos eléctricos	De arco	Indirecto monofásico
			Directo (monofásico y trifásico)
		Hornos en los cuales los metales y los combustibles están en contacto	Horno de cubilote
Convertidores	Bessemer (revestimiento ácido)		
		Tomas (revestimiento Básico)	
Por el tipo de aleación a fundir	Para aleaciones no ferrosas	Horno de crisol (fijo y basculante)	
		Horno de llamas o reverbero	
		Horno de resistencia eléctrica	
		Horno de inducción	
	Para aleaciones no ferrosas	Horno de crisol (fijo y basculante)	
		Horno de llamas o reverbero	
		Horno de resistencia eléctrica	
		Horno de inducción	
	Para hierro fundido	Horno cubilote	
		Horno de llamas o reverbero	
	Para aceros	Horno de eléctrico (de inducción y de arco)	
		Horno de llamas (Martin Siemens)	
		Convertidores	

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

10.6 Defectos del proceso de fundición

Durante el proceso de fundición, pueden ocurrir una serie de fallas, que pueden deberse a motivos como un diseño deficiente de la pieza, una mala selección de materiales o errores en el proceso de fundición. El hecho de que una pieza tenga un defecto no solo afectará a su forma o apariencia. Algunos defectos pueden afectar la estructura mecánica de la pieza y crear puntos débiles o concentraciones de tensión.

Actualmente, existen varios procedimientos para probar productos fundidos

Al inspeccionar, visualmente o con tintas penetrantes se pueden detectar defectos superficiales en los productos.

- Cuando se realizan pruebas destructivas, se toman muestras del lote de producción y se realizan pruebas para determinar la presencia y ubicación de agujeros u otros defectos internos.
- Los ensayos no destructivos como la inspección por partículas ferromagnéticas, el ultrasonido o la radiografía son ideales para inspeccionar piezas.

Algunos errores de fundición son comunes a todos los procesos de fundición. Los más comunes se enumeran a continuación:

- **Proyecciones metálicas:** Salientes metálicos: formados por aletas, crestas o grandes salientes como pliegues o superficies rugosas.
- **Cavidades:** cavidades redondas o ásperas internas o externas, incluidos sumideros, espiráculos, huecos y cavidades de contracción.
- **Discontinuidades:** Están formadas por todo tipo de grietas y puntos fríos. Las grietas se forman cuando el metal no puede contraerse libremente mientras se enfría. El punto frío es la discontinuidad causada por la fusión de dos corrientes de metal líquido, cerca del punto de congelación.
- **Defectos Superficiales:** Defectos tales como pliegues, superposiciones, cicatrices, posibilidad de formación de escamas de arena u óxido.
- **Colado incompleto:** Se debe a defectos de relleno, volumen de metal de colado insuficiente y fugas. Pueden ser causados por una temperatura demasiado baja del metal fundido o un tiempo de drenaje muy largo.
- **Dimensiones o formas incorrectas:** puede deberse a una contracción permitida insuficiente, un error de ensamblaje del modelo o una deformación debido a la liberación de tensión residual de la pieza moldeada.
- **Inclusiones:** Estas impurezas, principalmente materiales no metálicos, actúan como concentrados de esfuerzo y reducen la resistencia de fundición

10.6.1 Impactos

Posterior al desarrollo del tema de investigación planteado, se procedió a analizar los impactos que el proyecto generará a corto, mediano y largo plazo dentro de las dimensiones técnicas, ambientales, sociales y económicas. A continuación, se presentan cada uno de los impactos mencionados con base en los resultados obtenidos por medio del desarrollo del proceso de fundición.

10.6.2 Impacto técnico

En lo que respecta al apartado técnico, tiene como objetivo implementar un horno de crisol para fundir aluminio en la Universidad Técnica de Cotopaxi, y así poder reutilizar el aluminio reciclado. Del mismo modo, a nivel técnico se aplicaron todos los aspectos de diseño adecuados para la consecución del objetivo general planteado, que es la de un horno de crisol para fundir aluminio. Para esta implementación se requiere de un presupuesto determinado.

10.6.3 Impacto social

En lo que respecta al impacto social, el propósito de este proyecto es satisfacer la necesidad del usuario de poder reutilizar el aluminio reciclado el mismo que pueda ser usado para la fabricación de distintas piezas de acuerdo a los moldes elaborados en arena que consiste en fundir el aluminio y depositarlo en un molde de arena, dejar que se solidifique y luego romper el molde para retirar la pieza, lo que dará como resultado el cumplimiento de las especificaciones para lograr un producto de calidad.

10.6.4 Impacto económico

Una de las razones por las cuales las latas o productos de aluminio deben ser reciclados, es por la contaminación generada por la industria del aluminio es una preocupación ya que engulle millones de toneladas por año de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y otros gases. Los resultados de la prueba de rendimiento del horno muestran que funde 0.45 kg de aluminio en el tiempo de 10 a 15 minutos y 2.7 kg de aluminio en el trayecto de 45 minutos aproximadamente. El consumo de energía que genera el horno de crisol es de 1.5 kilovatios por hora y 7.5 kilovatios en un total de 5 horas, hablando en factores económicos se pagaría 0.15 centavos por hora y un total de 0.80 centavos por las cinco horas de uso. Dado estos datos es necesario entender el beneficio de implementar un horno de crisol en la universidad, al momento de implantar un horno nos permite reutilizar los materiales de aluminio reciclado para generar nuevas piezas.

11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se detalla los materiales y elementos utilizados, con su respectivo precio, también se presenta el costo de la implementación del horno.

Tabla 12. Presupuesto

MATERIA PRIMA DIRECTA HORNO					
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID	PRECIO UNID (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Pernos	3/8 UNC	4	unid	0,80	3,20
Crisol red diamond	grafito AL-18 (A20)	1	unid		400
Ladrillo refractario arco 3	230*114*64/55mm Al>40%(1300 C)	5	unid	16.89	84,45
Mortero refractario	cemento UNV súper	1	kg	35	35
Concreto refractario	hydrecon 3200 25 Kg (1760 C)	2	kg	25	50
Manta cerámica	manta f/ceram 1/2" 1.260 C 7620*610mm	1	caja	88,30	88,30
Plancha de acero	3mm (4*8)	1	unid	320	320
Palillo electrodo	308-L 3/32	15	unid	0,31	4,65
Termocupla	tipo K 0-1000C	1	unid	15	15
Control de temperatura digital	Digital ELIWELL IC912LX	1	unid	380	380
Blower	Alta temperatura	1	unid	400	100
Total					1480,60

Fuente: Arboleda W. & Lasso D., 2022

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones

- Se implementó un horno de crisol para fundir aluminio y rehusar los materiales en la elaboración de distintas piezas.
- Concluimos mediante la investigación que existen diferentes tipos de aluminios con distintas aleaciones ya que estos tienen diferentes tiempos para llegar a su grado de fusión.
- Se verifica los resultados de la prueba de rendimiento del horno y muestran que tiene un tiempo máximo de uso de 5 horas y alcanza una temperatura máxima de 1150°C.

12.2 Recomendaciones

- Verificar, previamente el volumen de material a colocar en el interior del crisol y las cucharas, observando la presencia de marcas, fisuras, grietas y/o desprendimiento de material refractario.
- Seleccionar las cucharas en cantidad y capacidad de acuerdo al volumen de los moldes a colar y verificar que el tipo de revestimiento de las mismas se corresponda con el material a fundir.
- Realizar la reparación parcial o total del revestimiento que rodea al crisol y de las cucharas para mantener su operatividad.
- Comprobar visualmente la presencia de marcas, fisuras, grietas y/o desprendimientos del revestimiento del horno.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALU, A. (2013). Reciclado de Aluminio. 2015(12–10), 22. www.aluminio.org
- ASM International. (1988). Metal Handbook 9th edition Vol.15: Casting. USA, ASM International, 1–2002. http://s1.iran-mavad.com/ASM_hanbooks/Vol_15_casting_iran-mavad.com.pdf
- Bass, S. (2015). [be7468ebaa4575b52296d89827fec455a8430dce @ bitacorangelo.wordpress.com. https://bitacorangelo.wordpress.com/about/](https://bitacorangelo.wordpress.com/about/)
- Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, i., olmert, y., uld, d. q. g. l. q., ri, w. k. h. u., lq, v., frxqw, w. k. h., zklfk, e., edvhg, l. v, wkh, r. q. (2015). Studio de hornos de fundición de cobre y sus aleaciones, para optimizar materia prima en el laboratorio de materiales de la carrera de ingeniería mecánica en la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de ambato. Syria Studies, 7(1), 37–72. https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- Calvo, C. S. (2016). Hornos utilizados en la fabricación de aleaciones ferrosas y no ferrosas. Scientia, 17(17), 143–160. <https://doi.org/10.31381/scientia.v17i17.388>
- Corliss, M. L., Lewis, E. C., & Roth, A. (2003). Diseño y construcción de un horno de combustión industrial para fundir aluminio. acm sigarch Computer Architecture News, 31(2), 362–373. <https://doi.org/10.1145/871656.859660>
- De, C. (2014). Diseño De Un Horno De Crisol Basculante Para El Laboratorio De Fundición Del Departamento De Materiales De La Escuela Politécnica Nacional. 1–131. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/59>
- Ecofiestas. (2018). Aluminio y bauxita: impacto socioambiental y alternativas de consumo. <https://www.ecofestes.com/aluminio-bauxita-impacto-socioambiental-alternativas-de-consumo-n-47-es#:~:text=Impacto ambiental del aluminio&text=La contaminación que genera la,y el óxido de nitrógeno.>

- Esingeniería. (2018). Proceso de fundición. <https://esingenieria.pro/el-procesos-de-fundicion/>
- Flores, Y. (2014). Diseño Y Construcción De Un Horno De Crisol Para Aleaciones No Ferrosas. [https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6320/1/Diseño y construcción de un horno de crisol para aleaciones no ferrosas.pdf](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6320/1/Diseño_y_construcción_de_un_horno_de_crisol_para_aleaciones_no_ferrosas.pdf)
- Fuente, J. F. O. de la. (2015). historia de la fundición. <https://docplayer.es/21409880-Historia-de-la-fundicion.html>
- Gabriela, A., Guti, M., & Bonilla, T. R. (2015). Título De Ingeniera Química Tema : Diseño Y Construcción De Un Horno De Fundición De. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1609/8/CD00059-TESIS.pdf>
- Heine, R. W., Loper, C. R., & Rosenthal, P. C. (1967). Principles of Metal Casting. En Online behaviour related to child sexual abuse. Interviews with affected young people. Council of the Baltic Sea States, Stockholm: ROBERT project. McGraw-Hill, Inc. <http://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1528332>
- Hurtado, M. (2011). Análisis de falla en evaporadores de placas de aluminio de sistemas de acondicionamiento de aire automotriz. *Inge Cuc*, 7(1), 59–74. <http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/ingecuc/article/view/277>
- Jos, E. S. (2020). Histórica De La Colada Continua. <https://core.ac.uk/download/pdf/323366861.pdf>
- Kalpakjian, S. (2002). Fundamentos de la Fundición de Metales. <https://es.scribd.com/document/463818398/Fundamentos-de-la-fundicion-de-metales-rev-pdf>
- Loor, B. (2018). Estudio de la evolución del sector metalmecánico cuya actividad es la fabricación de metales comunes en el Ecuador en el período 2010-2015. Universidad Andna Simón Bolívar, 100. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6090%0Ahttp://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6090/1/T2557-MAE-Loor-Estudio.pdf>
- Maps, G. (s/f). Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la mana. <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Técnica+de+Cotopaxi+extensión+la+>

mana/@-0.9495842,-

79.2291095,16z/data=!4m5!3m4!1s0x91d4b73bb996eae3:0xe95d10a7b4891370!8m2!3d-0.9505828!4d-79.2290191

Millán, F., Sánchez, D., & Olaya, J. (2015). Reciclaje de aluminio: oportunidades de desarrollo en Bogotá (Colombia). *Gestión y Ambiente*, 18(2), 135–152. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169443282008.pdf>

OÑA, Y. C. V. (2016). Caracterización de la mezcla combustible diesel a partir de aceite de frituras , en determinar los parámetros térmicos y mecánicos del motor ” autores : yessenia carolina villacís oña david alberto burgos villafuerte director : ing . germán erazo latacung.

P, F. (1999). INCROPERA_-_Transferencia_de_calor.pdf. En *Fundamentos de Transferencia de Calor* (pp. 2–8). https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2018/07/INCROPERA_-_Transferencia_de_calor.pdf

Pascual Perez. (2007). Del metal al motor Innovación y atraso en la historia de la industria metal-mecánica. http://www.fbbva.es/TLFU/dat/DE_2007_del_metal_al_motor.pdf

Patricio Pachacama-Nasimba, V. I., Stalin Ulcuango-Moreno, C. I., Manuel Passo-Guamangate III, R., & Antonio Llanes-Cedeño, E. I. (2020). Diseño de máquina de moldes de arena para utilizar en la fundición metálica. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, ISSN-e 2550-682X, Vol. 5, N°. 9, 2020, págs. 311-328, 5(9), 311–328. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i9.1691>

Powdertronic. (2016). <https://powdertronic.com/componentes-de-un-horno-industrial/>

Saltos, J., & Vargas, J. (2009). Diseño y construcción de un horno de crisol basculante, calentado por combustible para la fundición de aluminio. 115. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4086/T-ESPEL-0594.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sistema español de inventario de emisiones. (2019). Fabricación de Aluminio (Emisiones de Proceso). 1–11. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio_tcm30-502319.pdf

- V Echavarría. (2013). Metalurgia Básica De Algunas Aleaciones De Aluminio Extruidas O Laminadas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Villamar, S., Escuela, G., & Facultad, D. M. (2006). Estudio de la combustión en un motor de gasolina Combustion study on a gasoline engine. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 27(3), 119–127. <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550779003.pdf>

14. ANEXOS

Anexo1. Curriculum del tutor de la investigación



CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

Nombre: Francisco Saúl
Apellidos: Alcocer Salazar
Estado Civil: Casado
Fecha De Nacimiento: 30 De Junio 1985
Edad: 37 Años
Teléfono: 0983227893
Correo: Frankbrother1@Hotmail.Com
Nacionalidad: Ecuatoriano

AVANCES ACADÉMICOS

Estudios Primarios:

- Escuela Fiscal “Cristóbal Colón”

Estudios Secundarios:

- I.T.S “Ramón Barba Naranjo”

Tercer Nivel:

- Universidad Técnica De Ambato

Título: Ingeniero Mecánico

Cuarto Nivel:

- Universidad Técnica De Ambato

Título: Maestría en mecánica mención manufactura

Anexo2. Currículum del investigador

CURRICULUM VITAE



DATOS PERSONALES

Nombre: Walter Aurelio
Apellidos: Arboleda Herrera
Estado Civil: Soltero
Fecha De Nacimiento: 13 De Agosto de 1987
Edad: 35 Años
Teléfono: 0986716995
Correo: walter.arboleda7787@uttc.edu.ec
Nacionalidad: Ecuatoriano

AVANCES ACADÉMICOS

Estudios Primarios:

- Unidad Educativa La Esperanza El Tingo

Estudios Secundarios:

- Colegio Particular Carlos Lozada Quintana

Tercer Nivel:

- Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná

Anexo3. Currículum del investigador

CURRICULUM VITAE



DATOS PERSONALES

Nombre:	Dennis Joel
Apellidos:	Lasso Masapanta
Estado Civil:	Soltero
Fecha De Nacimiento:	30 De Mayo 1997
Edad:	25 Años
Teléfono:	0994733121
Correo:	dennis.lasso0072@uttc.edu.ec
Nacionalidad:	Ecuatoriano

AVANCES ACADÉMICOS

Estudios Primarios:

- Unidad Educativa Francisco Cerda Maldonado

Estudios Secundarios:

- Unidad Educativa La Mana

Tercer Nivel:

- Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná

Anexo4. Procedimientos para fundir aluminio en el horno de crisol y luego proceder a elaborar piezas

Ilustracion 1. Preparación de la arena para el molde



Coloar en el molde la arena



La compactación se puede realizar mediante varios métodos dependiendo del nivel de producción necesario.



Humedecer la superficie para un mejor acabado

Ilustracion 2. Materiales para la manipulación de los elementos



Elementos a utilizar para la manipular el crisol y evitar accidentes

Los Guantes, son necesarios para porteccción de objetos calientes como tubos de ensayo, material extraído de un autoclave, recipientes con líquidos calientes o en ebullición



La pinza de crisol es una herramienta de acero inoxidable y su función es sostener y manipular capsulas de evaporación, crisoles y otros objetos.

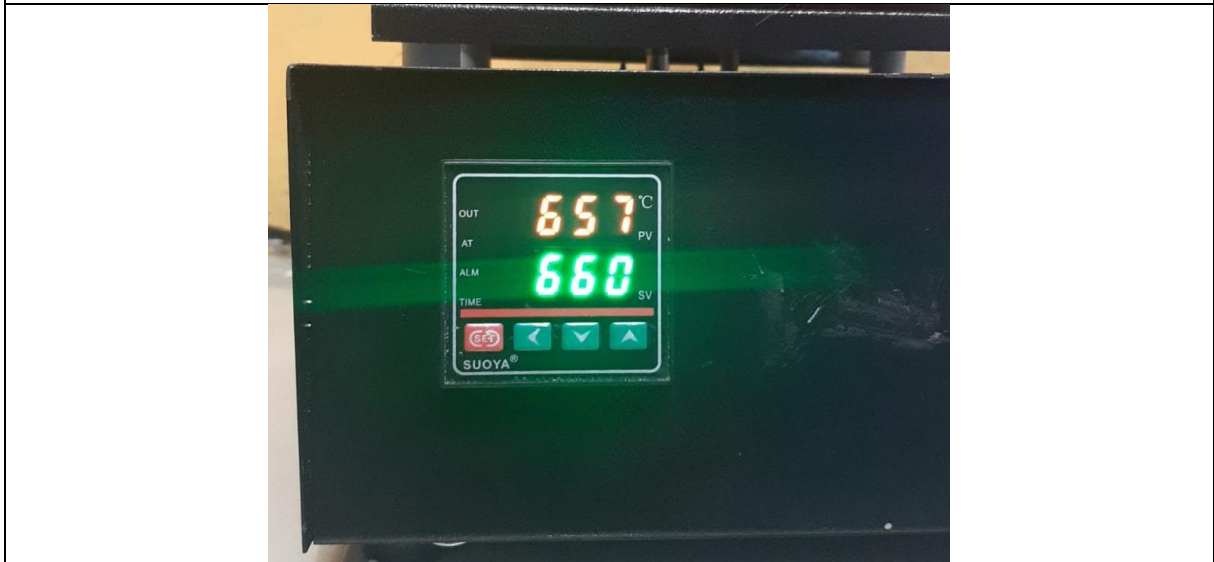
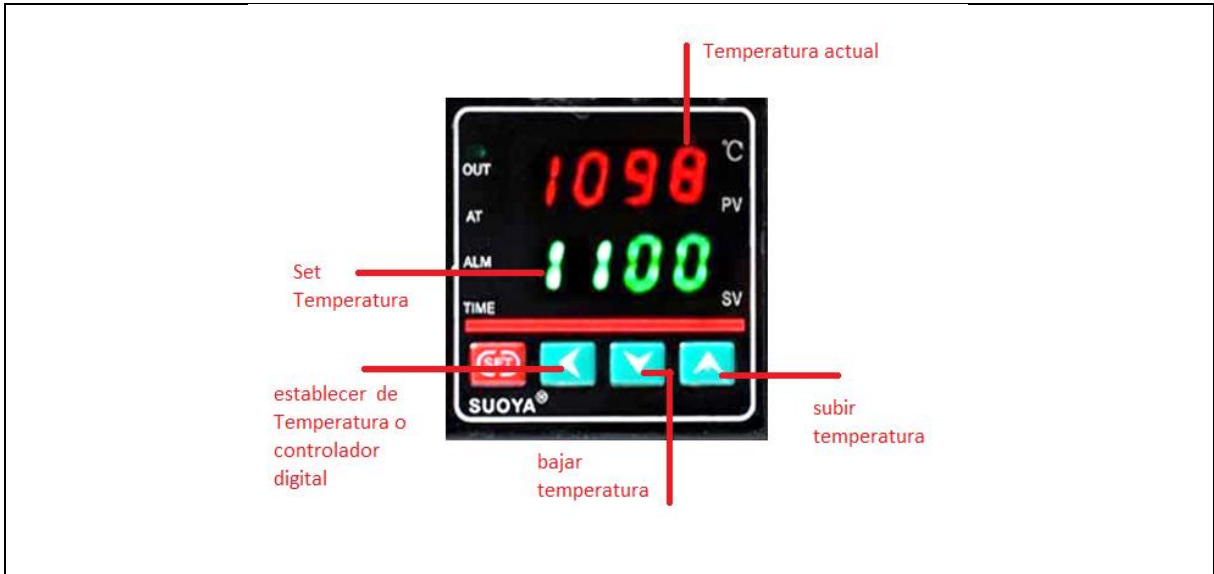


El crisol es un aparato que normalmente está hecho de grafito con cierto contenido de arcilla y que puede soportar elementos a altas temperaturas, el aluminio ocupa 660°C

Ilustracion 3. Procedimientos para manipular el horno



**Para encender el horno es necesario conectar a una toma de 110 V
Luego de conectar el cable, seleccionar el interruptor de color Rojo para Encender**



Colocar la temperatura a 660 °C para fundir Aluminio y espera 40 minutos aproximadamente.



Verificación del posicionamiento del crisol para el calentamiento del horno.



Aluminio reciclado para fundir, puede ser de latas cable de aluminio, o láminas recicladas



Cortar el aluminio con ayuda de pinzas, alicate entre otros elementos que permitan trosear, para que entre en el crisol



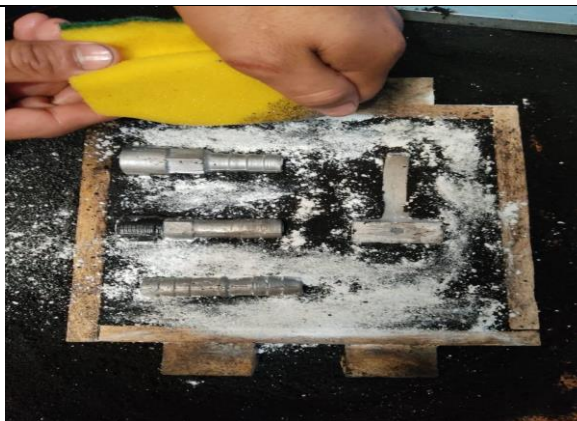
Manipulación del crisol para colocar el aluminio a fundir en el interior



Colocar el aluminio dentro del crisol para empezar a fundir



Acomodar el aluminio para cerrar la tapa y esperar al proceso de fundición de 10 min a 15 min



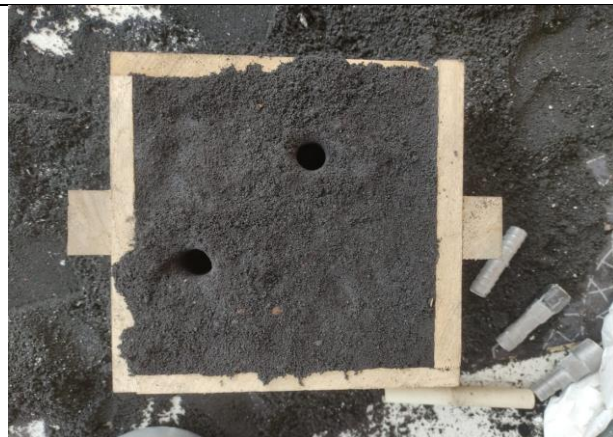
Mientras se funde el aluminio preparamos los moldes



Preparamos la parte superior para colocar la arena, se coloca cal para que no se pegue la arena preparada



Colocar los respiradores para el ingreso del aluminio



Retiramos los respiradores para luego separar las partes



De esta manera queda el molde superior



Juntamos de nuevo las partes y los moldes estan preparados para que ingrese el material fundido



retiramos con precaución el crisol para luego vertirlo en los moldes de arena



Vertemos el aluminio dentro de los moldes por los orificios del molde



Al finalizar se espera a que enfrie y retiramos el material excedente con brochas



Utilizar diferentes herramientas para pulir y tener los acabados deseados, los elementos para perfeccionar los acabados pueden ser moladoras, limas de diferentes tipos, con esto el proceso final queda como indica la fotografía

Ilustración 4. Descripción del horno de crisol y sus partes



Anexo5. Aval de traducción de idioma ingles

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO DE CRISOL PARA FUNDIR ALUMINIO PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, presentado por: **Arboleda Herrera Walter Aurelio Y Lasso Masapanta Dennis Joel** egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas - CIYA**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Wendy Núñez
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0925025041



Anexo 6. Similitud de contenido



Document Information

Analyzed document	2022 - LASSO-ARBOLEDA 2022 tesis-Otro.pdf (D143335348)
Submitted	2022-08-28 23:43:00
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	jonnathanamaguayahenrysefla.pdf Document jonnathanamaguayahenrysefla.pdf (D122462038)	 3
SA	Procesos Industriales_Práctica de Fundición (1) (wecompress.com).docx Document Procesos Industriales_Práctica de Fundición (1) (wecompress.com).docx (D112915951)	 1
