

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 100
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JOSE VESMAN                      APELLIDOS: CORDOBA GOMEZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GERMAN ADOLFO                      APELLIDOS: JABBA CASTAÑEDA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ALUMINIOS HÉRCULES UBICADA EN LA CIUDAD DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

### RESUMEN

En el presente documento se llevó a cabo el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la línea de producción de la empresa Aluminios Hércules análisis, con una metodología descriptiva, donde sus objetivos consisten en la determinación del estado de los equipos, comprobando que de 19 equipos, 17 se encuentran en estado activos y los dos restantes puesto que uno se encuentra parado por daño y el otro por no uso debido a la disminución de producción durante el periodo evaluado, también se realiza un análisis de criticidad donde se establece que de los 17 equipos activos ninguno se encuentra en el rango de alta criticidad, por lo que se diseña la metodología de Análisis y modos de efectos de falla para los equipos que se encuentran en el rango de mediana criticidad estableciendo acciones correctivas que puede emplear la empresa para solucionar las fallas más habituales de estos equipos. La elaboración de la documentación junto con los costos que generaría llevar a cabo el plan de mantenimiento anual, hacen parte de los objetivos planteados que se incluyen, dando como resultado unos costos aproximados de \$32'806.455 COP como presupuesto anual para la ejecución del plan de mantenimiento.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, preventivo, línea de producción, aluminio, criticidad.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 100      PLANOS: \_0\_      ILUSTRACIONES: \_14\_      CD ROOM: \_1\_

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ALUMINIOS HÉRCULES UBICADA EN LA CIUDAD  
DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

JOSE VESMAN CORDOBA GOMEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ALUMINIOS HÉRCULES UBICADA EN LA CIUDAD  
DE CUCUTA, NORTE DE SANTANDER

JOSE VESMAN CORDOBA GOMEZ

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Director

ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** CÚCUTA, 5 DE NOVIEMBRE 2021  
**HORA:** 04:00 P.m.  
**LUGAR:** PLATAFORMA VIRTUAL GOOGLE MEET  
**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA MECÁNICA

**TÍTULO:** "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ALUMINIOS HÉRCULES UBICADA EN LA CIUDAD DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER".

**Jurados:** ING. JAVIER AUGUSTO BARROS LEAL  
ING. YEZITH JELMARO ROJAS ORTEGA

**Director:** ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
JOSÉ VESMAN CÓRDOBA GÓMEZ	1121063	Cuatro, Dos	4.2

### **APROBADA**

  
ING. JAVIER AUGUSTO BARROS LEAL

  
ING. YEZITH JELMARO ROJAS ORTEGA

  
Vo.Bo. GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## **Resumen**

En el presente documento se llevó a cabo el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la línea de producción de la empresa Aluminios Hércules análisis, con una metodología descriptiva, donde sus objetivos consisten en la determinación del estado de los equipos, comprobando que de 19 equipos, 17 se encuentran en estado activos y los dos restantes puesto que uno se encuentra parado por daño y el otro por no uso debido a la disminución de producción durante el periodo evaluado, también se realiza un análisis de criticidad donde se establece que de los 17 equipos activos ninguno se encuentra en el rango de alta criticidad, por lo que se diseña la metodología de Análisis y modos de efectos de falla para los equipos que se encuentran en el rango de mediana criticidad estableciendo acciones correctivas que puede emplear la empresa para solucionar las fallas más habituales de estos equipos. La elaboración de la documentación junto con los costos que generaría llevar a cabo el plan de mantenimiento anual, hacen parte de los objetivos planteados que se incluyen, dando como resultado unos costos aproximados de \$32'806.455 COP como presupuesto anual para la ejecución del plan de mantenimiento.

## **Abstract**

In this document, the design of a preventive maintenance plan was carried out for the production line of the company Aluminios Hércules analysis, with a descriptive methodology, where its objectives consist in determining the state of the equipment, verifying that of 19 equipment, 17 are in an active state and the remaining two since one is stopped due to damage and the other due to non-use due to the decrease in production during the evaluated period, a critical analysis is also carried out where it is established that of the 17 active equipment none is in the high criticality range, so the analysis methodology and failure effect modes are designed for the equipment that is in the medium criticality range, establishing corrective actions that the company can use to solve the most common failures of this equipment. The preparation of the documentation along with the costs that would be generated by carrying out the annual maintenance plan, are part of the proposed objectives that are included, resulting in approximate costs of \$ 32,806,455 COP as an annual budget for the execution of the plan of maintenance.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	15
1. Presentación del problema	16
1.1. Título	16
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Formulación del proyecto	16
1.4. Justificación	17
1.4.1. Razón del ser del proyecto.	17
1.4.2. Perspectiva.	17
1.5. Sistematización del problema	17
1.6. Objetivos	17
1.6.1. Objetivo general	17
1.6.2. Objetivos específicos	18
1.7. Alcance y limitación del problema	18
1.7.1. Alcance	18
1.7.2. Limitaciones espaciales	18
1.7.3. Delimitaciones temporales	18
2. Marco Referencial	19
2.1. Antecedentes	19

2.2. Marco Teórico	21
2.2.1. Mantenimiento.	21
2.2.2. El mantenimiento y su evolución	21
2.2.3. Tipos de mantenimiento.	23
2.2.4. Objetivos del mantenimiento.	25
2.3. Marco Conceptual	25
2.4. Marco Legal	30
3. Diseño Metodológico	32
3.1. Enfoque y tipo de investigación	32
3.1.1. Enfoque descriptivo.	32
3.2. Técnicas y procedimientos para la recolección de información	32
3.3. Análisis de información	32
4. Información de la empresa	33
4.1. Misión	33
4.2. Visión	33
4.3. Organigrama	33
4.3.1. Personal empresarial	33
4.4. Proceso de fabricación	34
4.4.1. Fabricación de ollas	35
4.4.2. Fabricación de asas	38

4.4.3. Fabricación de tapas.	39
5. Gestión Documental	41
5.1. Inventario de equipos	41
5.2. Evaluación de equipos	43
5.3. Codificación	45
5.4. Ficha técnica	46
5.5. Verificación diaria de equipos	48
5.6. Solicitud de trabajo	49
5.7. Orden de trabajo	49
5.8. Hoja de vida	50
5.9. Programación del mantenimiento	51
6. Costos de mantenimiento	57
6.1. Especificación del personal.	57
6.2. Costo de personal de mantenimiento	58
6.3. Costo de mantenimiento de equipos	60
7. Análisis de criticidad	63
7.1. Definición de la criticidad.	65
7.1.1. Clasificación por niveles de criticidad:	67
7.1.2. Análisis y validación de resultados:	68

7.2. Aplicación del análisis de criticidad en la línea de producción de la empresa ALUMINIOS HÉRCULES.	68
8. Análisis y modos de efectos de falla (AMEF)	71
8.1. Criterios de evaluación en la empresa ALUMINIOS HÉRCULES	72
8.2. Diseño de aplicación de la metodología AMEF a los equipos de la línea de producción de la empresa	73
8.3. Aplicación de la metodología AMEF a los equipos de la línea de producción de la empresa.	74
9. Conclusiones	75
10. Recomendaciones	76
11. Referencias bibliograficas	78
Anexos	81

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Proceso de troquelado	28
Figura 2. Proceso de repulsado	29
Figura 3. Uso remachadora ollas a presión	30
Figura 4. Organigrama de la organización.	33
Figura 5. Complementos de producto, olla, asas y tapa.	35
Figura 6. Prensa Embutidora.	35
Figura 7. Proceso de fabricación de ollas con prensa embutidora.	36
Figura 8. Torno repujador	37
Figura 9. Proceso de fabricación de ollas con técnica de repulsado.	37
Figura 10. Olla chocolatera y asas.	38
Figura 11. Tapa con asas de varilla de aluminio.	38
Figura 12. Cabina de pintura y horno de cocción	39
Figura 13. Proceso de fabricación de asas.	39
Figura 14. Proceso de fabricación de tapas.	40

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Trabajadores sección de producción de Aluminios hérocles	34
Tabla 2. Determinación de número de personal por actividad.	58
Tabla 3. Costo de personal de mantenimiento.	60
Tabla 4. Precio de equipos de Aluminios Hércules.	61
Tabla 5. Base de datos de costos de meses entre mayo y agosto	64
Tabla 6. Costo total por mes	64
Tabla 7. Costos por equipo	65
Tabla 8. Criterios para determinar criticidad.	66
Tabla 9. Matriz de criticidad	67
Tabla 10. Nivel de criticidad	67
Tabla 11. Aplicación del análisis de criticidad ALUMINIOS HÉRCULES.	68
Tabla 12. Cuantificación de criticidad	70
Tabla 13. Matriz de criticidad ejecutada para la empresa ALUMINIO HÉRCULES	70
Tabla 14. Criterios de evaluación para la metodología AMEF	72
Tabla 15. Formato para la aplicación de la metodología AMEF.	73
Tabla 16. Metodología AMEF aplicada a los equipos de mediana criticidad de Aluminios Hércules.	74

## **Lista de formatos**

	<b>Pág.</b>
Formato 1. Inventario de equipos	42
Formato 2. Evaluación de equipos	43
Formato 3. Evaluación de equipos 2	44
Formato 4. Sistema de codificación de equipos	46
Formato 5. Ficha técnica de equipos	47
Formato 6. Verificación diaria de equipos	48
Formato 7. Solicitud de trabajo	49
Formato 8. Orden de trabajo	50
Formato 9. Hoja de vida	51
Formato 10. Programación de mantenimiento anual según el método de escalonamiento	56
Formato 11. Costo anual de mantenimiento aproximado.	62

## Lista de Anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Ficha Técnica Torno repujador 01.	82
Anexo 2. Ficha técnica Torno repujador 02	83
Anexo 3. Ficha técnica Torno repujador 03	84
Anexo 4. Ficha técnica Torno repujador 04	85
Anexo 5. Ficha técnica Torno repujador 05	86
Anexo 6. Ficha técnica Pulidora y brilladora	87
Anexo 7. Ficha técnica Remachadora manual	88
Anexo 8. Ficha técnica Remachadora Eléctrica	89
Anexo 9. Ficha técnica Horno de cocción	90
Anexo 10. Ficha técnica cabina de pintura	91
Anexo 11. Ficha técnica Equipo de pintura	92
Anexo 12. Ficha técnica Compresor	93
Anexo 13. Ficha técnica Troqueladora 01	94
Anexo 14. Ficha técnica Troqueladora 02	95
Anexo 15. Ficha técnica Troqueladora 03	96
Anexo 16. Ficha técnica Prensa Hidráulica	97
Anexo 17. Ficha técnica Cizalla	98
Anexo 18. Ficha técnica Embutidora	99
Anexo 19. Ficha técnica Camión	100

## **Introducción**

La empresa ALUMINIOS HERCULES es una empresa dedicada a la fabricación, distribución y comercio de artículos y utensilios de uso doméstico de material metálico para diferentes establecimientos a nivel regional y nacional, la cual fue fundada en el año 2018.

En el presente proyecto se pretende diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos utilizadas en la línea productiva de ALUMINIOS HERCULES, con el fin de garantizar confiabilidad y disponibilidad en las operaciones realizadas en la línea de producción de la organización, ya que la empresa no posee ninguna técnica empleada salvo la de corregir las fallas cuando estas ocurren, es decir, mantenimiento correctivo.

El mantenimiento industrial, es un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño. A su vez, el mantenimiento preventivo, como su nombre lo indica, es el encargado de prevenir a través de una programación previa de actividades la ocurrencia de fallas que ocasionen paradas, tiempos muertos y aumento en los costos. Debido a los altos niveles de productividad hoy en día, se hace necesaria la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que otorgue eficiencia en la producción, la cual va directamente proporcional con la calidad del producto.

## **1. Presentación Del Problema**

### **1.1. Título**

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la línea de producción de la empresa Aluminios Hércules ubicada en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander

### **1.2. Planteamiento del problema**

La empresa ALUMINIOS HÉRCULES es una empresa que se dedica a la elaboración de utensilios y artículos para el hogar, desde hace 3 años, esta empresa distribuye a nivel nacional sus productos, debido a su expansión en el mercado requieren una mayor disponibilidad y funcionamiento continuo en la maquinaria que conforma su línea de producción., tales como son, tornos, pulidoras, troqueladoras, cizallas eléctricas, embutidores, compresores, remachadora, entre otras.

Dentro sus problemas principales se encuentran que maquinaria como la pulidora, presenta continuos daños o averías en sus componentes, retrasando el proceso de acabado para su posterior empaque y distribución, además, los equipos no cuentan con una programación de mantenimientos, no posee documentación que identifique a los equipos, ni demás registros pertenecientes al proceso de mantenimiento dificultando su mantenibilidad.

ALUMINIOS HÉRCULES, pretende establecer un plan de mantenimiento que permita la solución de estos problemas y de esta forma aumentar su nivel de producción y seguir expandiendo su mercado a diferentes regiones del país.

### **1.3. Formulación del proyecto**

¿Qué utilidades o beneficios recibiría la empresa ALUMINIOS HERCULES con el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para sus equipos?

## 1.4. Justificación

**1.4.1. Razón del ser del proyecto.** El proyecto se elaboró con el fin de realizar y promover una propuesta que mejore el mantenimiento de cada uno de los equipos de ALUMINIOS HERCULES, mejorar su sistema de gestión, establecer unas condiciones de trabajo que sean las más cómodas posibles para sus trabajadores. Para esto se requiere mayor disponibilidad de cada uno de los equipos.

También se aplicaron conceptos y bases importantes del mantenimiento para el desarrollo del presente trabajo.

**1.4.2. Perspectiva.** Se espera que el diseño del plan de mantenimiento preventivo propuesto para la empresa ALUMINIOS HERCULES pueda ser implementado y de esta forma influir positivamente en la mejora continua de la organización, dando eficiencia y eficacia en el proceso productivo.

## 1.5. Sistematización Del Problema

¿Cuál es el estado de las máquinas y equipos de la empresa?

¿Qué equipos presentan mayor estado crítico en la línea de producción?

¿Qué documentación es la pertinente en la implementación de un plan de mantenimiento en la empresa?

¿Cuáles son los costos relacionados con el mantenimiento de la empresa?

## 1.6. Objetivos

**1.6.1. Objetivo General.** Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la línea de producción de la empresa ALUMINIOS HERCULES en la ciudad de Cúcuta.

**1.6.2. Objetivos Específicos.** Determinar el estado de los equipos de la línea de producción de ALUMINIOS HERCULES

Realizar análisis de criticidad de los equipos de la línea de producción de ALUMINIOS HERCULES

Diseñar un sistema de gestión documental para el proceso de mantenimiento de la empresa.

Realizar estudio de costos de mantenimiento.

## **1.7. Alcance y limitación del problema**

**1.7.1. Alcance.** Con el siguiente proyecto de grado se pretende realizar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de producción de la empresa ALUMINIOS HERCULES ubicada en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander que sea de posterior uso por dicha empresa.

**1.7.2. Limitaciones Espaciales.** Esta propuesta se realizará en la empresa ALUMINIOS HERCULES ubicada en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. La cual cuenta con una única sede en la calle 11 # 1-35 Barrio Aeropuerto. Específicamente el plan se adecuará para su línea de producción que posee maquinaria como tornos, pulidoras, troqueladoras, cizallas eléctricas, embutidores, compresores, remachadora, entre otras. Con una totalidad de 19 equipos.

Cabe resaltar, que no se podrá implementar el plan de mantenimiento sin autorización de la empresa.

**1.7.3. Delimitaciones Temporales.** Este proyecto se efectuará en 4 meses ajustados al calendario académico vigente de la UFPS y serán contabilizados a partir de la fecha de aprobación del anteproyecto por parte del comité curricular.

## 2. Marco Referencial

### 2.1. Antecedentes

Vigo Roque, J. (2020) en su trabajo “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmeccánica del sector industrial.” Desarrolla una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa metalmeccánica, la cual considera de gran importancia para reducir el número de fallas presentadas de manera inesperada y daños de los equipos reduciendo la vida útil y ocasionando retrasos en la producción de piezas. En este proyecto se evalúan las seis maquinas principales que forman parte del proceso de elaboración de piezas, aplican técnicas de recolección de datos, realizan encuestas a los operadores de las máquinas y al supervisor encargado de producción. Una vez diseñado el plan, realizan pronósticos para los siguientes siete meses utilizando el método de regresión lineal. Cuyos resultados son favorables, pues obtienen un incremento de la disponibilidad en un 8%.

Gómez Pazmiño, M. Á. (2019). En su trabajo “*Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmeccánica de la Empresa Ensamblajes SA*” Propone una solución para minimizar las paradas en los procesos y prolongar la vida útil en las máquinas del taller de metalmeccánica de la empresa Ensamblajes S.A, consiguiendo con ello reducir los costos que se generan por paradas y mantenimientos correctivos. Mediante la observación directa de las condiciones actuales de las máquinas, se determina que existen pérdidas por paradas en las máquinas y tiempos improductivos, con un valor de \$114.048 anuales, por la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. Con la propuesta de implementación de este plan basado en un conjunto de tareas de mantenimientos a cada parte de las máquinas se reducen las paradas y por ende las pérdidas, se estima que con una inversión de \$6685 anuales, en materiales y repuestos, la empresa mantendrá en buen estado las máquinas, llevara un mejor control en los costos por

mantenimientos correctivos, mejorará el rendimiento de los procesos operativos y podrá entregar a tiempo los pedidos de los clientes lo que le generará utilidades.

Mejía Robles, J. C. (2018). En su proyecto “*Diseñar un programa de mantenimiento preventivo en el área de producción de una empresa metalmecánica*” Plantea como objeto de investigación, incrementar los índices de productividad en la producción de aceros planos en la Industria Metalmecánica. Se aplica la metodología descriptiva, cuali-cuantitativa, con uso de diagramas de proceso, de Pareto e Ishikawa, cuyos resultados indicaron que el principal problema en la Industria Metalmecánica es el Paro de la Producción debido a la Falta de un Plan de Mantenimiento Preventivo, generando pérdidas económicas por paralización del personal, frecuencia de mantenimientos correctivos, unidades no producidas por horas de paradas y unidades no producidas por mermas generadas. Mediante la Implementación de un programa de mantenimiento preventivo enfocado en todas las causas que generan el Paro de la producción se generó una Propuesta cuya Inversión Total es de \$ 67.799,59, cuyos indicadores financieros evidenciaron que la propuesta es factible para la implementación y disminución del Paro de la Producción.

Valdivieso Torres, J. C. (2010). En su trabajo “*Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas SA*” Realiza un diagnóstico con el cual se recopila información actual de la empresa, su estado, que tipo de maquinaria posee, donde se encuentra ubicada, el tamaño de la empresa, saber si esta posee o no un departamento de mantenimiento, también si se realiza o no mantenimiento en la maquinaria, así mismo que tipo de mantenimiento se realiza en cada una. Luego realiza el análisis de las alternativas de mantenimiento a fin de saber cuál es la filosofía de mantenimiento más idónea para la empresa, para poder obtener la más alta fiabilidad de la maquinaria que compone la empresa; finalmente se llega a la conclusión de que se necesita realizar

mantenimiento preventivo y además que la línea más importante de producción de la empresa es la de polietileno expandido.

## **2.2. Marco Teórico**

**2.2.1. Mantenimiento.** Según Bravo, R (2009), El mantenimiento es el conjunto de acciones que conserva en constante y perfecto estado todas las partes de un sistema operacional. Esta es una concepción de mantenimiento en sentido amplio, ya que no separa el mantenimiento en sus diferentes tipos, sino que se refiere al objetivo primordial.

**2.2.2. El mantenimiento y su evolución.** A principios del siglo XIX, iniciada la Revolución Industrial, se empieza a implementar el mantenimiento industrial ya que se necesitaba mejorar la producción de bienes y servicios. Con el tiempo, se fueron especializando los procesos y capacitando al personal hasta llegar a lo que conocemos hoy como uno de los mayores beneficios de la industria. (Gentile, 2019).

Por lo cual podemos concluir que la historia del mantenimiento va de la mano con el desarrollo técnico industrial, ya que con las primeras máquinas se empezó a tener la necesidad de las primeras reparaciones. La mayoría de las fallas que se presentaban en ese entonces eran el resultado del abuso o de los grandes esfuerzos a los que eran sometidas las máquinas. En ese entonces el mantenimiento se hacía hasta cuando ya era imposible seguir usando el equipo, es decir, cuando ya ocurría la falla. (NIETO, 2009)

La evolución del mantenimiento se puede clasificar en 4 generaciones:

La primera generación, Corresponde al mantenimiento correctivo total, en el que se espera que se presente alguna avería para proceder a la reparación respectiva. Esta fase suele identificarse antes del año 1950 y es la etapa más larga pues inicia con la revolución industrial. Los costos de mantenimiento solían ser bastante elevados y el tiempo de paro para solventar los problemas era prolongado. (Gentile, 2019).

Se caracteriza por maquinas sencillas diseñadas para propósitos específicos, fiables y fáciles de reparar. No necesitaban sistemas de Mantenimiento complicados, ni personal calificado. y la reparación se llevaba a cabo cuando se producía la rotura o falla.

La segunda generación, se centra en el mantenimiento preventivo de averías, por lo cual se realizan trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada para el logro de dicho objetivo. Esta fase se extiende hasta finales de los años 70.

En ella comienzan a hacerse sustituciones preventivas, pues se descubre la relación entre el tiempo de vida de los equipos y su probabilidad de fallo. (Gentile, 2019).

En la tercera Generación se implanta el mantenimiento a condición, es decir aquel que depende de la monitorización de parámetros en función de los que se efectuarán trabajos de sustitución o reacondicionamiento de las máquinas.

Este trabajo se hace posible gracias a la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control fiables, que permiten conocer el estado real de los equipos a través de mediciones periódicas. (Gentile, 2019).

Los inicios de la cuarta generación suelen identificarse en la década de los 90 cuando las empresas estadounidenses ya habían incorporado en sus dinámicas el concepto de Calidad Total que las industrias japonesas llevaban promoviendo desde los 60. La Gestión de Calidad Total

(TQM por sus siglas en inglés) buscaba crear conciencia de calidad en todos los procesos de la organización y a las personas que trabajaban en ella.

La cuarta generación corresponde al mantenimiento productivo total el cual se inspira en esa filosofía de origen japonés que busca la excelencia o dicho en una frase: obtener lo máximo con calidad aceptable, al menos costo posible, en forma permanente y con sentido integral. Para ello se realizan pequeñas tareas de mantenimiento como reglaje, inspección, sustitución de piezas, y se mantiene una continua interacción con el jefe de mantenimiento.

Esta es la fase de los sistemas de mejora continua y se caracteriza por la implantación de grupos de mejora y seguimiento de las acciones. El mantenimiento pasa a considerarse un beneficio, más que un mal necesario, y se asume como un compromiso por parte de todos los departamentos de la organización.

**2.2.3. Tipos de mantenimiento.** Correctivo: el mantenimiento correctivo, también conocido como reactivo, es aquel que se aplica cuando se produce algún error en el sistema, ya sea porque algo se averió o rompió. Cuando se realizan estos mantenimientos, el proceso productivo se detiene, por lo que disminuyen las cantidades de horas productivas. Estos mantenimientos no se aplican si no existe ninguna falla. Es impredecible en cuanto a sus gastos y al tiempo que tomará realizarlo. (ENCICLOPEDIA DE CLASIFICACIONES, 2016)

Preventivo: este mantenimiento, también conocido bajo el nombre de planificado, se realiza previo a que ocurra algún tipo de falla en el sistema. Como se hace de forma planificada, no como el anterior, se aprovechan las horas ociosas para llevarlo a cabo. Este mantenimiento sí es predecible con respecto a los costos que implicará, así como también el tiempo que demandará. (ENCICLOPEDIA DE CLASIFICACIONES, 2016)

Predictivo: con este mantenimiento se busca determinar la condición técnica, tanto eléctrica como mecánica, de la máquina mientras esta está en funcionamiento. Para que este mantenimiento pueda desarrollarse se recurre a sustentos tecnológicos que permitan establecer las condiciones del equipo. Gracias a este tipo de mantenimientos se disminuyen las pausas que generan en la producción los mantenimientos correctivos. Así, se disminuyen los costos por mantenimiento y por haber detenido la producción. (ENCICLOPEDIA DE CLASIFICACIONES, 2016)

Proactivo: esta clase de mantenimiento están asociados a los principios de colaboración, sensibilización, solidaridad, trabajo en equipo, etcétera, de tal forma que quienes estén directa o indirectamente involucrados, deben estar al tanto de los problemas de mantenimiento. Así, tanto los técnicos, directivos, ejecutivos y profesionales actuarán según el cargo que ocupen en las tareas de mantenimiento. Cada uno, desde su rol, debe ser consciente de que deben responder a las prioridades del mantenimiento de forma eficiente y oportuna. (ENCICLOPEDIA DE CLASIFICACIONES, 2016)

Mantenimiento productivo total: también conocido como TPM, por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance), nació en Estados Unidos, y tiene sus principales antecedentes en los conceptos de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta.

Mantenimiento preventivo sistemático: Realizado periódicamente de manera preventiva, el mantenimiento sistemático permite mejorar la fiabilidad de las instalaciones, pero no evita los fallos. No toma en cuenta el estado de desgaste de las piezas reemplazadas, genera desmontajes y remontajes que perjudican la vida y la fiabilidad de los equipos, así como una indisponibilidad para efectuar los trabajos.

Mantenimiento preventivo planificado: También se le conoce como mantenimiento preventivo programado. Se clasifica este tipo de mantenimiento como acciones programadas y ejecutadas dentro de un plan de mantenimiento, de manera que se afecte la producción de forma imprevista. Esta tiene como propósito prever las fallas, para mantener la completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

**2.2.4. Objetivos del mantenimiento.** Los objetivos de mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área.

Máxima producción. Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos. Reparar las averías en el menor tiempo posible.

Calidad requerida. Cuando se realizan reparaciones en los equipos e instalaciones, aparte de solucionar el problema, se debe mantener la calidad requerida.

Mínimo costo. Reducir a su mínima expresión las fallas, aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones y manejo óptimo de stock.

### 2.3. Marco Conceptual

**Mantenimiento:** Cuidado de cualquier objeto en excelente condición para prevenir un deterioro.

**Confiabilidad:** Disposición de un activo o elemento para la implementación de una actividad necesaria bajo términos establecidos para un tiempo determinado.

**Disponibilidad:** Es la disposición o servicio de un componente para permanecer en unas condiciones por encima de lo establecido para la realización de la actividad solicitada bajo términos establecidos para un tiempo determinado, teniendo en cuenta que los suministros externos

han sido suministrados.

**Mantenibilidad:** se establece como aptitud, bajo unos términos establecidos, que posee un componente de ser conservado durante un tiempo estipulado en condiciones donde este apto para desarrollar su cargo originalmente como fue diseñado.

**Productividad:** Se define como la relación de la suma de los productos logrados por un medio productivo y los suministros empleados para conseguir esta misma fabricación; también se define como la relación entre resultados y tiempo empleado.

**Diagnóstico:** Proceso que consiste en medir, analizar y conceptualizar el estado de los sistemas, equipos, componentes o partes en relación con un estándar establecido.

**Maquina:** Elemento elaborado y complejo por un número de piezas apropiadas y acopladas entre sí que tendrán como fin la realización de una actividad o trabajo específico.

**Inventario:** Lista ordenada de los elementos de valor de una empresa, que se encuentran instaladas en una empresa o almacenadas para su posterior venta, procesamiento o consumo; entre otros, existe el inventario de activos físicos, el inventario de materias primas y productos, el inventario de repuestos y el inventario de producto en proceso.

**Instructivo:** texto en el que se describe la forma en que se debe realizar el trabajo de mantenimiento. Consta de las siguientes partes: código, nombre, material necesario, cuerpo y tiempo estimado de ejecución.

**Ficha técnica:** Documento en el que queda registrado los datos importantes de una máquina o sistema.

**Hoja de vida:** Registro de las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones en general que conciernen a un determinado equipo, sistema, componente o parte. Equivale al término historial o ficha histórica.

**Orden de trabajo:** instrucción por escrito; debe contener por lo menos, fecha de expedición y ejecución, destinatario, instructivo y equipo al que se le debe practicar dicho instructivo y debe ser archivada después de ejecutada para posteriores estudios.

**Reparación:** restablecimiento de un equipo a una condición óptima mediante la renovación, reemplazo o arreglo de piezas dañadas o gastadas en los equipos.

**Falla:** Es el motivo o suceso que encamina a terminar la disponibilidad de una máquina para poder efectuar su funcionalidad o para terminar de ejecutarla totalmente.

**Control:** Generalmente es un término que consiste en la verificación de que en la totalidad de ya sea de una empresa esté sucediendo acorde al programa diseñado por esta misma obedeciendo todas las instrucciones administrativas implementadas.

**Reparación:** Es la restauración de cualquier objeto que no se desempeña adecuadamente o que en su diseño fueron mal elaborados.

**Gasto:** Salida de recursos monetarios ya sea una empresa que debe remunerar para justificar su justo en un artículo u obtener una prestación.

**Presupuesto:** Se le conoce como las cuentas y contrataciones anticipados de las entradas y salidas monetarias ya sea de una empresa u otros.

**Eficacia:** Es el nivel de realización de los objetivos buscados por medio de un proyecto de

trabajo.

**Deficiencia:** Este término hace observación cualquier componente, ente o disposición que no es excelente o tenga carácter de falla, falta o déficit.

**Cualificado:** Grupo de aptitudes competentes con significado laboral que pueden apropiarse mediante representación vocalizada u otros modelos a través de la práctica profesional.

**Preservación:** Esta consiste en proteger, conservar o asegurar algo con anterioridad, con el fin impedir un fortuito daño o quebranto.

**Ciclo de vida:** Expectativa de vida de un activo físico de propiedad de una organización desde el momento de su adquisición hasta su disposición final (ISO 15663)

**Troquelado:** Se le llama troquel a la herramienta que, montada en una prensa permite realizar operaciones diversas tales como: Cizallado, Corte de sobrante, Doblado, Picado, Perforado, Estampado, Rasurado, etc

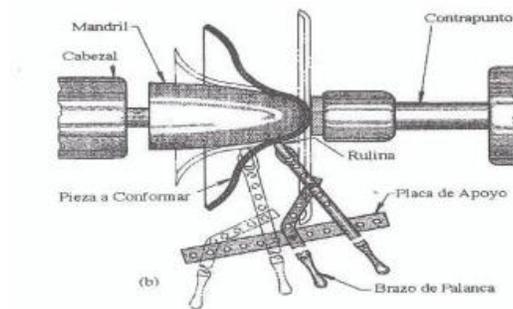


**Figura 1.** Proceso de troquelado

Fuente: (Beltran, 2015)

Esmerilado: Es la operación de ajuste que se realiza frotando suavemente una superficie abrasiva o pulidora, contra otras superficies planas o curvas ya trabajadas con limas, rasquetas y máquinas herramienta. Comúnmente se conoce como pulido y brillo de la olla.

Repulsado: El repulsado de metal, parte de un blanco de metal cortado en círculo. Este blanco de metal es presionado contra un molde por medio de un torno y herramientas como bastón o rodillos para tomar la forma del molde. Por lo tanto, se producen formas redondas.



**Figura 2.** Proceso de repulsado

Fuente: (Beltran, 2015)

Remachado: Proceso de deformación en frío para la unión rígida o móvil de piezas por medio de otro elemento que los traspasa y fija, denominado remache. La cabeza del remache es deformada por una herramienta, llamada buterola, aplicando fuerza en un movimiento radial, en el caso de remachadoras radiales.



**Figura 3.** Uso remachadora ollas a presión

Fuente: Julián Gómez Alzate, 19 mar. 2018

#### **2.4. Marco Legal**

Acuerdo N° 065 Estatuto Estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

“Artículo 139 y 140 que define las diferentes modalidades de trabajo de grado entre la cual está el proyecto de extensión de la forma proyecto dirigido.”

Guía técnica colombiana GTC 62 seguridad de funcionamiento y calidad de servicio. Mantenimiento. Terminología. “Esta guía fue elaborada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, para proporcionar un soporte legal en cuanto a la seguridad de funcionamiento y calidad de servicio en cuanto al mantenimiento y la terminología relacionada.”

Código Sustantivo del Trabajo por el Decreto de la Ley 2663 del 5 de agosto DE 1950 “sobre el código sustantivo del trabajo” publicado en el diario oficial N° 27407 del 9 de septiembre de 1950, en virtud del estado del sitio promulgado por el decreto extraordinario N° 3518 de 1949.

Norma COVENIN 2500-93 “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria”, con el fin de determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento.

Norma COVENIN 3049-43 “Normatividad que hace referencia a todo lo relacionado con el mantenimiento industrial, creada con el propósito de brindar conceptos básicos y fundamentales del mantenimiento industrial”.

### **3. Diseño Metodológico**

#### **3.1. Enfoque y tipo de investigación**

**3.1.1. Enfoque descriptivo.** Los estudios descriptivos son aquellos que estudian situaciones que generalmente ocurren en condiciones naturales, más que aquellos que se basan en situaciones experimentales. Por definición, los estudios descriptivos conciernen y son diseñados para describir la distribución de variables, sin considerar hipótesis causales o de otra naturaleza. (Valdivia, 2008)

Este proyecto tiene como enfoque un análisis descriptivo, pues se busca analizar los diferentes aspectos que conciernen al mantenimiento de la empresa, que al integrar dentro del plan de mantenimiento este mejore y facilite las condiciones de trabajo de los equipos, para esto se debe caracterizar de forma detallada cada uno de los equipos que posee la empresa, junto con sus procedimientos e instrucciones, facilitando la prevención de fallas y minimizando el uso del mantenimiento correctivo.

#### **3.2. Técnicas y procedimientos para la recolección de información.**

Para la realización del proyecto se recolectará información proveniente de fuentes primarias y secundarias, que contribuyan al desarrollo del planteamiento y formulación del problema; este tipo de fuentes pueden provenir de, manuales de mantenimiento y operación de los equipos, bases de datos encontradas en Internet, y en particular libros, revistas, normas, artículos, Informes, etc.

#### **3.3. Análisis de información**

En este proyecto se desea almacenar la información que se va a realizar en LA EMPRESA ALUMINIOS HÉRCULES ubicada en la ciudad de Cúcuta, norte de Santander, de acuerdo con el cronograma de trabajo estipulado, donde el objetivo principal es analizar los diferentes resultados obtenidos durante el tiempo de trabajo del proyecto.

## 4. Información de la empresa

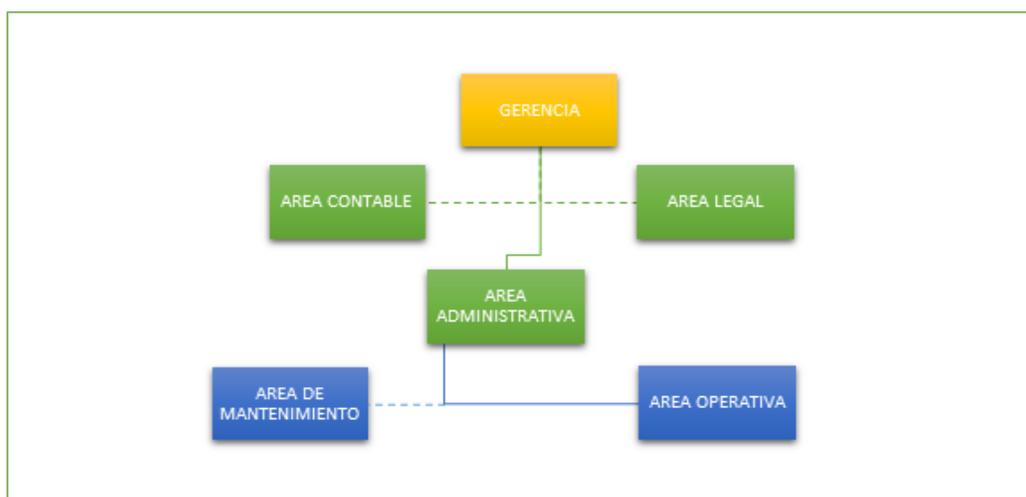
### 4.1. Misión

Aluminios Hércules es una empresa dedicada a la elaboración y distribución de utensilios de aluminio para la industria y el hogar, a nivel departamental y nacional, ofreciendo calidad en sus productos con un precio asequible para sus clientes.

### 4.2. Visión

Para el año 2025 Aluminios Hércules busca expandirse en el mercado nacional de forma gradual y ser líder a nivel departamental, manteniendo la calidad y los precios bajos en el producto.

### 4.3. Organigrama



**Figura 4.** Organigrama de la organización.

**4.3.1. Personal empresarial.** La empresa Aluminios Hércules cuenta con un gerente que a su vez es el mismo representante legal.

En cuanto al área legal y área contable, no se encuentran con responsables fijos en la empresa, su contratación es de acuerdo con la necesidad, es decir son un apoyo externo.

El área administrativa es liderada por el gerente y la conforma un responsable en logística y despacho y un responsable en mercadeo y ventas.

El área de mantenimiento solo cuenta con un responsable.

El área productiva cuenta con 9 trabajadores, distribuidos de la siguiente forma:

**Tabla 1.** Trabajadores sección de producción de Aluminios hércules

<b>Cargo</b>	<b>Función</b>	<b>Número de Personas</b>
Oficios Varios	Repujador	3
Oficios Varios	Pulidor y brillador	1
Oficios Varios	Empacador	2
Oficios Varios	Troquelador y cizallador	2
Oficios Varios	Remachador y pintor	1

#### **4.4. Proceso de fabricación**

Las ollas son algunos de los utensilios más importantes en las cocinas de todo el mundo, ya que son herramientas básicas de cocina. El material en que se fabriquen dichas ollas va a influir en la calidad de estas. El aluminio es uno de los materiales más utilizados para la creación de ollas de todo tipo, pues al ser muy duradero, resiste mucho los embates del tiempo y los golpes. Además, es liviano y buen conductor de calor. Para fabricar ollas de uso alimenticio el aluminio deber ser puro, sin mezcla con otros metales.

Aluminios Hércules, además de fabricar ollas también incluye en su proceso la fabricación de tapas y las asas para brindar el producto terminado completo.



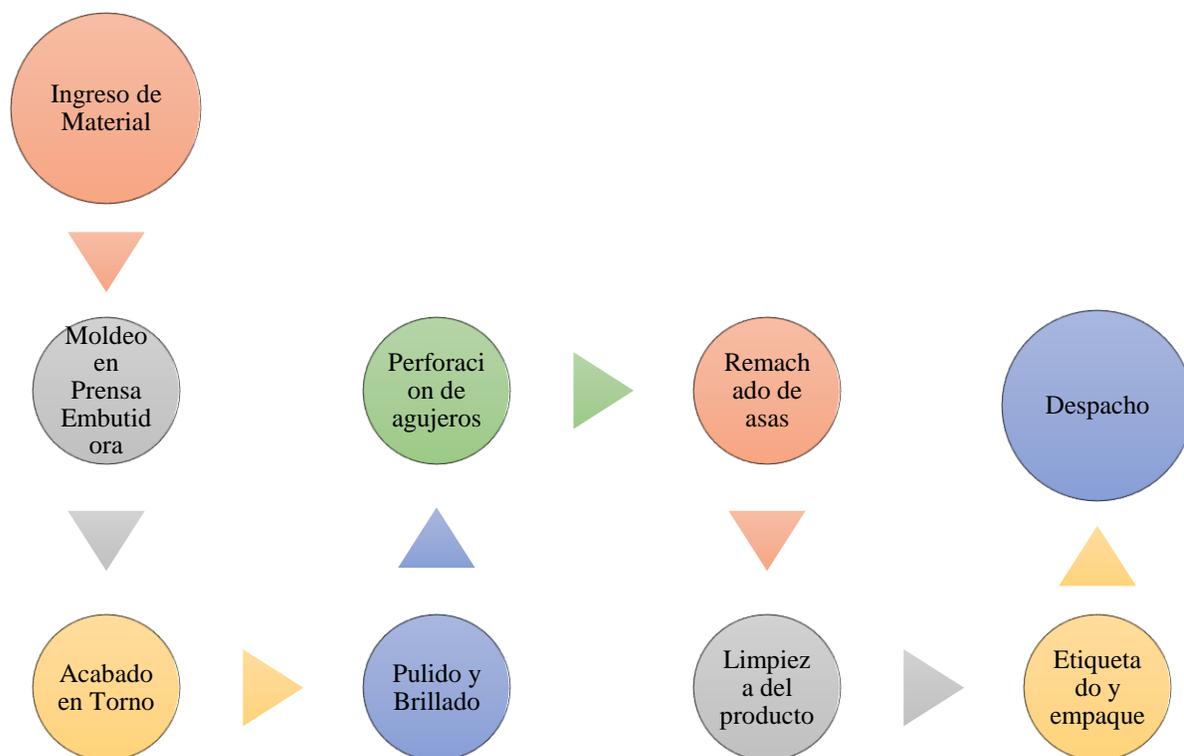
**Figura 5.** Complementos de producto, olla, asas y tapa.

**4.4.1. Fabricación de ollas.** Existen diversas formas de fabricar ollas de aluminio, algunas fábricas disponen de máquinas gigantes que simplemente troquelan o moldean el metal, mientras otras usan una técnica denominada de repulsado.

En el método de fabricación con maquinaria, es utilizado la prensa “embudidora”, donde se inserta la lámina de aluminio y este es presionado por la maquina hasta su forma final, posteriormente pasa al torno para quitar rebabas y a la pulidora y brilladora para darle el acabado, luego se perforan los agujeros y se remachan las asas a la olla, se realiza la limpieza del producto y, por último, se etiqueta y empaqueta para su despacho.



**Figura 6.** Prensa Embudidora.



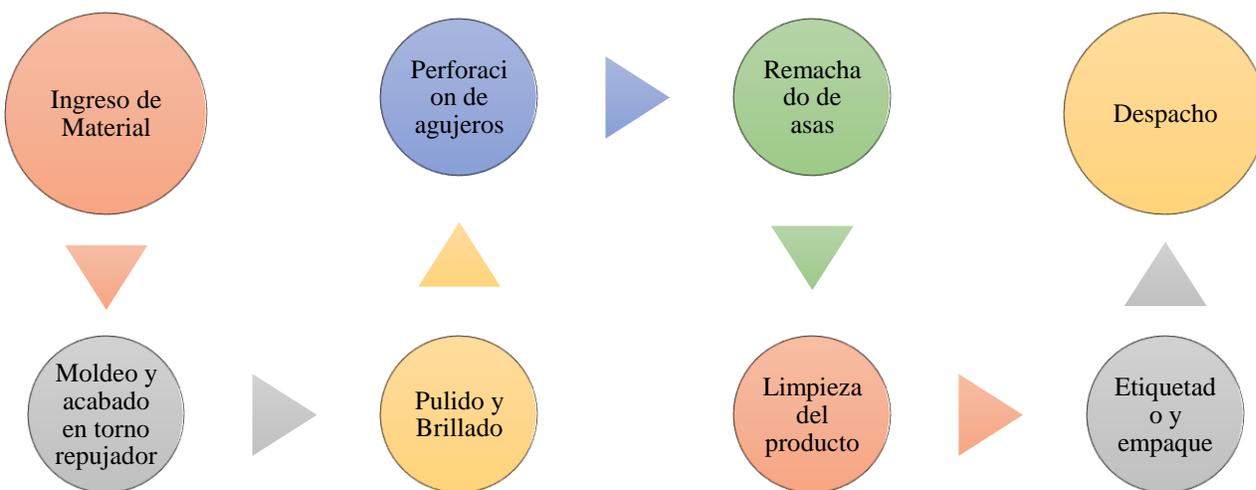
**Figura 7.** Proceso de fabricación de ollas con prensa embutidora.

En cuanto al método de repulsado, todo comienza con una lámina redonda de aluminio en bruto sobre la que se troquela el tamaño de la olla en el fondo de la pieza. Esa lámina se coloca en un torno y se centra contra el mandril, un molde de metal con la forma de la olla, el torno gira a 2000 revoluciones por minuto. En cuanto a la herramienta de repulsado, el ordenador guía una rueda hecha con un plástico especial que empuja contra el mandril y va dando forma a la lámina de aluminio. La lámina elimina el aluminio sobrante mientras va redondeando los bordes, el material sobrante es reciclado para realizar otros productos. Tras el retoque final para conseguir el tamaño deseado, se lijan y acomodan los bordes



**Figura 8.** Torno repujador

Posteriormente es llevado a la pulidora y brilladora para realizar el proceso de esmerilado, luego de esto, es llevada a la perforadora y remachadora para hacer los orificios para las asas y se remachan las asas de aluminio.



**Figura 9.** Proceso de fabricación de ollas con técnica de repulsado.

**4.4.2. Fabricación de asas.** Para la elaboración de las asas el proceso inicia por el corte del material en la cizalla de acuerdo al molde empleado, esto siempre y cuando el tipo de asa lo requiera, por ejemplo, las asas de las ollas chocolateras.



**Figura 10.** Olla chocolatera y asas.

Si la olla emplea otro tipo de asa, como la que se muestra en la siguiente imagen, el proceso va a iniciar en el troquel, donde se corta la varilla de aluminio y se moldea.



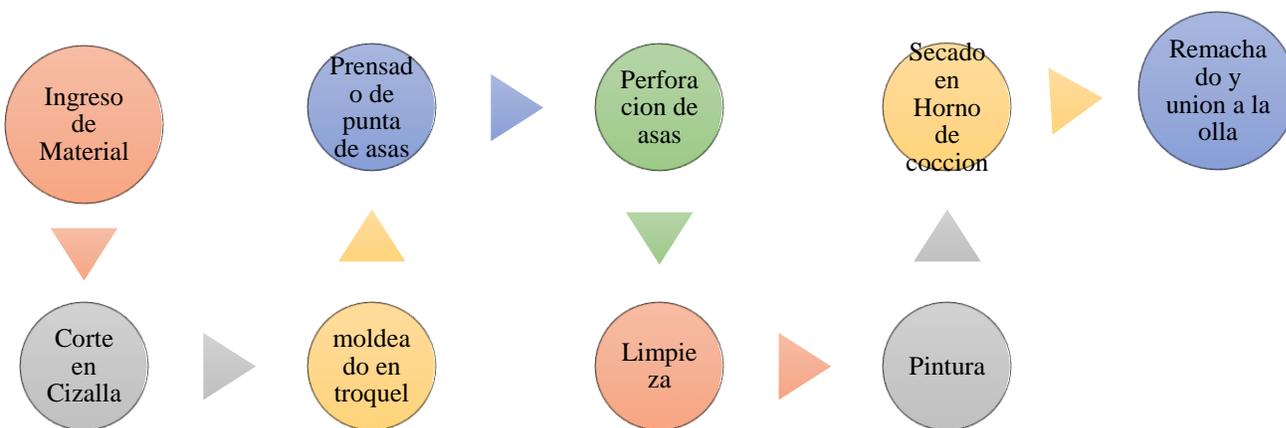
**Figura 11.** Tapa con asas de varilla de aluminio.

Fuente: MimarHome (2021)

Luego de que las asas pasan por el troquel, son trasladadas a la prensa hidráulica quien presiona las puntas de las asas hasta volverlas planas, se perforan y se limpian para ser llevadas a la cabina de pintura, se pintan en diferentes colores de acuerdo con el pedido, luego se introducen en el horno de cocción donde son puestas a secar a una temperatura aproximada de 180°C durante una hora. Una vez sacadas del horno son puestas al aire libre para su enfriamiento, por último, son llevadas a la remachadora donde se unen a la olla.



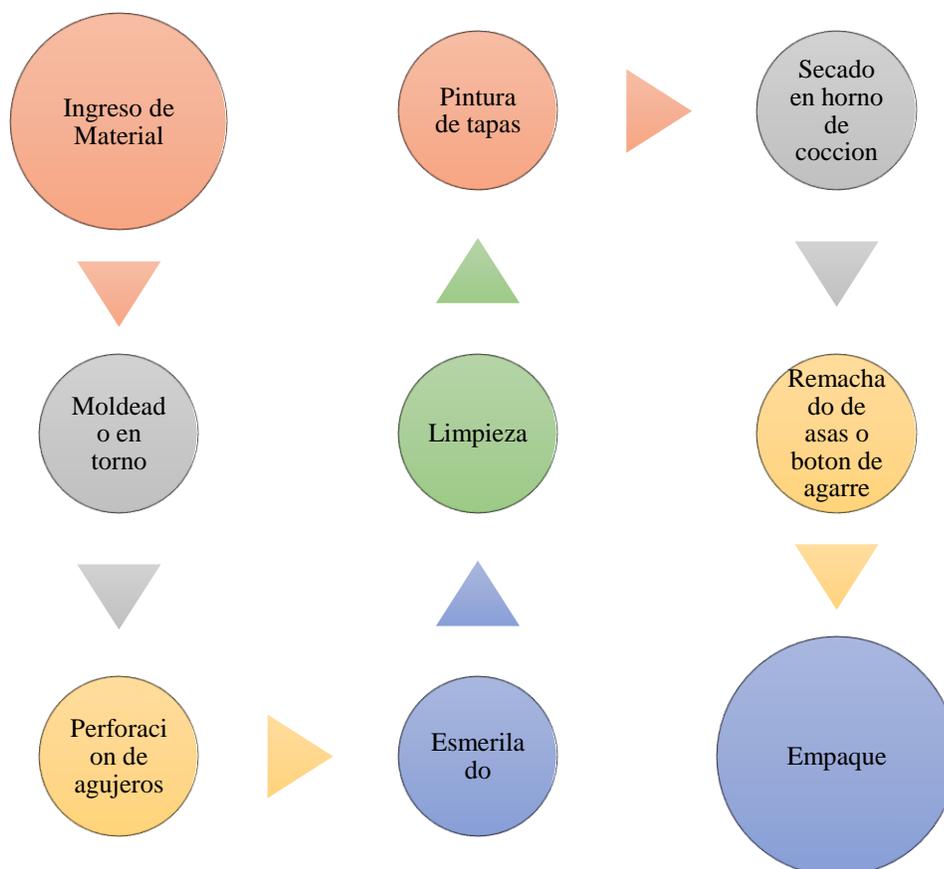
**Figura 12.** Cabina de pintura y horno de cocción



**Figura 13.** Proceso de fabricación de asas.

**4.4.3. Fabricación de tapas.** El proceso de fabricación de las tapas comienza con la puesta de una lámina redonda de aluminio en el torno repujador donde se moldea, en el mismo torno se acomoda los bordes y se quitan rebabas, se perforan los agujeros y paso siguiente es llevado a la pulidora y brilladora para darle el acabado, este se limpia y es llevado a la cabina de pintura, luego, es introducido en el horno de cocción donde se pone a secar a una temperatura de 150°C durante 45 minutos aproximadamente.

Posteriormente se remachan las asas si corresponden o el botón de agarre y se empacan junto con la olla.



**Figura 14.** Proceso de fabricación de tapas.

## **5. Gestión Documental**

La Gestión Documental es una herramienta intuitiva y fácil de usar que nos proporciona una solución integral para la gestión ágil y eficiente de la información gestionada por el área de Mantenimiento.

A continuación, se presentan los documentos necesarios para mantener documentado el plan de mantenimiento correctivo para la empresa Aluminios Hércules.

Todos los formatos llevan en la parte alta, el nombre y logo de la empresa, así como el nombre del formato, el número consecutivo del formato, la versión y el mes de creación del documento.

### **5.1. Inventario de equipos**

El inventario de equipos da a conocer la cantidad de equipos que posee la empresa, con una breve descripción de su funcionamiento.

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_01
			VERSION	0
	INVENTARIO DE EQUIPOS		FECHA	jun-21
			PAGINA 1 DE 1	
ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	CANTIDAD	
1	Torno repujador	Permite repujar piezas a una determinada forma. Crea la olla y las tapas	5	
2	Pulidora y brilladora	Se encarga de dar el acabado final a las ollas en el proceso de esmerilado	1	
3	Remachador manual	se utiliza para colocar remache fijando las piezas.	1	
4	Remachadora eléctrica	Tiene la misma función que el remachador manual, pero esta funciona a base de energía.	1	
5	Horno de cocción.	Se encarga de secar las piezas que han sido pintadas, como son las asas y las tapas a una temperatura promedio entre 150 y 180°C	1	
6	Cabina de pintura	Es una cabina donde se introducen las asas y tapas que van a pintarse, funciona a través de presión.	1	
7	Equipo de pintura	Es un equipo de aspersión diseñado para aplicar pinturas y recubrimientos que succiona el material directamente del recipiente, lo hace pasar a través de filtros, manguera, pistola y lo atomiza al salir por una boquilla a alta presión.	1	
8	Compresor	El compresor de aire industrial es una máquina que comprime el aire que recoge del exterior. Es utilizado para diversas tareas	1	
9	Troqueladora	Encargada de ejercer presión sobre un troquel o matriz para cortar un material o moldear según se requiera.	3	
10	Prensa hidráulica eléctrica	Una prensa hidráulica sirve para multiplicar fuerzas. Nos permite que, al aplicar fuerzas pequeñas, obtengamos fuerzas grandes. Se utiliza para prensar o aplastar las puntas de las asas de las ollas	1	
11	Cizalla	Con este equipo se cortan en frío las planchas de metal.	1	
12	Embutidora	Su proceso de deformación se emplea colocando una lámina de metal sobre la cavidad de un troquel y aplastando el material sobre dicha cavidad, actuando como punzón.	1	
13	camión	Transporta el material y el producto finalizado.	1	
<b>Realizado por:</b>			<b>Aprobado por:</b>	

### Formato 1. Inventario de equipos

De acuerdo con el inventario realizado, se determina que la empresa posee 19 equipos en su línea de producción.

## 5.2. Evaluación de equipos

Se realiza una valoración inicial de los equipos, donde se determina que uno de sus equipos no se encuentra en funcionamiento y que otros requieren de limpieza.

		ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_02
		EVALUACION DE EQUIPOS		VERSION	0
		FECHA	jun-21	PAGINA 1 DE 1	
ITEM	EQUIPO	FECHA DE OBSERVACION	ESTADO	OBSERVACION	
1	TORNO REPUJADOR 01	20/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, equipo con 20 años de vida,, necesita limpieza	
2	TORNO REPUJADOR 02	20/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, equipo con 20 años de vida,, necesita limpieza	
3	TORNO REPUJADOR 03	20/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, equipo adquirido hace 6 meses	
4	TORNO REPUJADOR 04	20/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, equipo con 20 años de vida,, necesita limpieza	
5	TORNO REPUJADOR 05	20/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, equipo con 20 años de vida,, necesita limpieza	
6	PULIDORA Y BRILLADORA	20/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, equipo con 20 años de vida, presenta desgaste en su pintura	
7	REMACHADORA MANUAL	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, equipo con 20 años de vida, presenta desgaste en su pintura	
8	REMACHADORA ELECTRICA	27/05/2021	INACTIVO	No se encuentra en funcionamiento, le hace falta el brazo de accionamiento, tiene 20 años de vida	
9	HORNO DE COCCION	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, no presenta problemas	
10	CABINA DE PINTURA	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, no presenta problemas	
11	EQUIPO DE PINTURA	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, no presenta problemas	
12	COMPRESOR	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, presenta deterioro en su pintura	
13	TROQUELADORA 01	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, presenta deterioro en su pintura	
14	TROQUELADORA 02	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, presenta deterioro en su pintura	
15	TROQUELADORA 03	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, presenta deterioro en su pintura	
16	PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, no presenta problemas	
17	CIZALLA	27/05/2021	ACTIVO	se encuentra en funcionamiento, deterioro en su pintura	
18	EMBTIDORA	27/05/2021	ACTIVO	se encuentra en funcionamiento, deterioro en su pintura	
19	CAMION	27/05/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, no presenta problemas	
Realizado por:			Aprobado por:		

## Formato 2. Evaluación de equipos

Posteriormente, se realiza una segunda evaluación de los equipos para determinar cómo se encuentran.

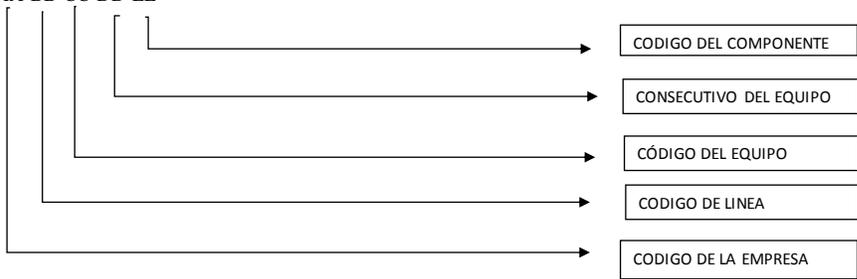
Se puede observar que la prensa embutidora pasa a estar inactiva, esto debido a que el área de producción no la necesita pues la cantidad de producción no es grande, por lo que solo están utilizando los tornos repujadores.

		ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_02
		EVALUACION DE EQUIPOS		VERSION	0
		FECHA	jun-21		
		PAGINA 1 DE 1			
ITEM	EQUIPO	FECHA DE OBSERVACION	ESTADO	OBSERVACION	
1	TORNO REPUJADOR 01	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
2	TORNO REPUJADOR 02	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
3	TORNO REPUJADOR 03	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
4	TORNO REPUJADOR 04	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
5	TORNO REPUJADOR 05	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
6	PULIDORA Y BRILLADORA	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
7	REMACHADORA MANUAL	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
8	REMACHADORA ELECTRICA	31/08/2021	INACTIVO	No esta en funcionamiento, el brazo de accionamiento continua dañado	
9	HORNO DE COCCION	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
10	CABINA DE PINTURA	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
11	EQUIPO DE PINTURA	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
12	COMPRESOR	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
13	TROQUELADORA 01	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
14	TROQUELADORA 02	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento, tuvo un daño en el troquel pero ya se reparo	
15	TROQUELADORA 03	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
16	PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
17	CIZALLA	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
18	EMBUTIDORA	31/08/2021	INACTIVO	Funciona pero no esta activa, la produccion no la requiere	
19	CAMION	31/08/2021	ACTIVO	Se encuentra en funcionamiento	
Realizado por:			Aprobado por:		

### Formato 3. Evaluación de equipos 2

### 5.3. Codificación

El mantener un sistema de codificación nos permite identificar de una forma más sencilla los activos de la empresa. A continuación, se observa cómo queda definido el sistema de codificación para los equipos de la empresa:

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>	<b>CODIGO</b>	<b>F_03</b>
	<b>SISTEMA DE CODIFICACION DE EQUIPOS</b>	<b>VERSION</b>	<b>0</b>
		<b>FECHA</b>	<b>jun-21</b>
		<b>PAGINA 1 DE 1</b>	
DESCRIPCION DEL TERMINO GENERAL.			
AA-BB-CC-DD-EE			
			
EJEMPLO DE CODIFICACION:			
GE-BT-BT-01-CD			
			
Realizado por:		Aprobado por:	

		ALUMINIOS HERCULES	
		CODIGO	F_03
		SISTEMA DE CODIFICACION DE EQUIPOS	
		VERSION	0
		FECHA	jun-21
		PAGINA 1 DE 1	
ITEM	CODIGO	EQUIPO	UBICACIÓN
1	HE-L1-TR-01	TORNO REPUJADOR 01	PISO 1/ PRODUCCION
2	HE-L1-TR-02	TORNO REPUJADOR 02	PISO 1/ PRODUCCION
3	HE-L1-TR-03	TORNO REPUJADOR 03	PISO 1/ PRODUCCION
4	HE-L1-TR-04	TORNO REPUJADOR 04	PISO 1/ PRODUCCION
5	HE-L1-TR-05	TORNO REPUJADOR 05	PISO 1/ PRODUCCION
6	HE-L1-PB-01	PULIDORA Y BRILLADORA	PISO 1/ PRODUCCION
7	HE-L1-RM-01	REMACHADORA MANUAL	PISO 1/ PRODUCCION
8	HE-L1-RE-01	REMACHADORA ELECTRICA	PISO 1/ PRODUCCION
9	HE-L1-HC-01	HORNO DE COCCION	PISO 1/ PRODUCCION
10	HE-L1-CP-01	CABINA DE PINTURA	PISO 1/ PRODUCCION
11	HE-L1-EP-01	EQUIPO DE PINTURA	PISO 1/ PRODUCCION
12	HE-L1-CO-01	COMPRESOR	PISO 1/ PRODUCCION
13	HE-L1-TQ-01	TROQUELADORA 01	PISO 1/ PRODUCCION
14	HE-L1-TQ-02	TROQUELADORA 02	PISO 1/ PRODUCCION
15	HE-L1-TQ-03	TROQUELADORA 03	PISO 1/ PRODUCCION
16	HE-L1-PH-01	PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA	PISO 1/ PRODUCCION
17	HE-L1-CZ-01	CIZALLA	PISO 1/ PRODUCCION
18	HE-L1-EM-01	EMBUTIDORA	PISO 1/ PRODUCCION
19	HE-L1-CA-01	CAMION	PARQUEADERO
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	

#### Formato 4. Sistema de codificación de equipos

#### 5.4. Ficha técnica

El registro de información técnica recibe la denominación de ficha técnica de objetos y es elaborado para tener los datos de mayor importancia del equipo como por ejemplo marca, modelo y números de identificación, entre otros.

En los Anexos del documento se pueden visualizar la ficha técnica de los equipos.

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>		<b>CODIGO</b>	<b>F_04</b>
			<b>VERSION</b>	<b>0</b>
	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>		<b>FECHA</b>	
			<b>PAGINA 1 DE 1</b>	
<b>Código:</b>		<b>Nombre de equipo:</b>		
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
<b>Fabricante</b>				
<b>Dirección-Teléfono</b>				
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

**Formato 5.** Ficha técnica de equipos

## 5.5. Verificación diaria de equipos

La verificación diaria del equipo se realiza con el propósito de identificar cualquier anomalía en el día a día.

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>		<b>CODIGO</b>	<b>F_05</b>
			<b>VERSION</b>	<b>0</b>
<b>VERIFICACIÓN DIARIA DE EQUIPOS</b>			<b>FECHA</b>	<b>jun-21</b>
<b>PAGINA 1 DE 1</b>				
<b>DATOS VERIFICACIÓN</b>				
<b>EQUIPO:</b>		<b>SERIE:</b>		
<b>FECHA:</b>		<b>HORA INICIO:</b>	<b>HORA FINAL:</b>	
OBSERVACIÓN		Verificación diaria de los equipos		
		Limpieza en el puesto de trabajo		
		Buen estado del equipo		
		Responsable		
<b>FECHA:</b>		<b>HORA INICIO:</b>	<b>HORA FINAL:</b>	
OBSERVACIÓN		Verificación diaria de los equipos		
		Limpieza en el puesto de trabajo		
		Buen estado del equipo		
		Responsable		
<b>FECHA:</b>		<b>HORA INICIO:</b>	<b>HORA FINAL:</b>	
OBSERVACIÓN		Verificación diaria de los equipos		
		Limpieza en el puesto de trabajo		
		Buen estado del equipo		
		Responsable		
<b>FECHA:</b>		<b>HORA INICIO:</b>	<b>HORA FINAL:</b>	
OBSERVACIÓN		Verificación diaria de los equipos		
		Limpieza en el puesto de trabajo		
		Buen estado del equipo		
		Responsable		
<b>FECHA:</b>		<b>HORA INICIO:</b>	<b>HORA FINAL:</b>	
OBSERVACIÓN		Verificación diaria de los equipos		
		Limpieza en el puesto de trabajo		
		Buen estado del equipo		
		Responsable		
<b>FECHA:</b>		<b>HORA INICIO:</b>	<b>HORA FINAL:</b>	
OBSERVACIÓN		Verificación diaria de los equipos		
		Limpieza en el puesto de trabajo		
		Buen estado del equipo		
		Responsable		
<b>REVISÓ:</b>	Nombre:		<b>Firma:</b>	
	Cargo:			

## Formato 6. Verificación diaria de equipos

## 5.6. Solicitud de trabajo

En la solicitud de trabajo va plasmado la descripción de la falla que requiere ser reparada, es diligenciada por el área solicitante y recibida por el área de mantenimiento para designar el número de solicitud correspondiente y a su vez elaborar la orden de trabajo para su ejecución.

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>		<b>CODIGO</b>	<b>F_06</b>
			<b>VERSION</b>	<b>0</b>
	<b>SOLICITUD DE TRABAJO</b>		<b>FECHA</b>	<b>jun-21</b>
			<b>PAGINA 1 DE 1</b>	
<b>FECHA:</b>		<b>HORA:</b>		
<b>NOMBRE DE EQUIPO:</b>		<b>CÓDIGO:</b>		
<b>NÚMERO DE SOLICITUD:</b>		<b>ÁREA:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE FALLA</b>		<b>RECOMENDACIONES PARA REPARACIÓN</b>		
<b>TIPO DE FALLA</b>				
URGENTE		IMPORTANTE		
NO URGENTE		PROGRAMADO		
<b>RECIBE:</b>		<b>APROBÓ:</b>		
<b>FECHA:</b>		<b>FECHA:</b>		

### Formato 7. Solicitud de trabajo

## 5.7. Orden de trabajo

La orden de trabajo es el registro donde el ejecutor realiza la descripción de la actividad, los materiales e insumos utilizados en la labor y el tiempo de ejecución de esta actividad, el encargado de mantenimiento se encarga de relacionar la orden de trabajo con la solicitud anteriormente hecha y también relaciona los costos de mantenimiento de la actividad realizada.

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_07
			VERSION	0
	ORDEN DE TRABAJO		FECHA	jun-21
			PAGINA 1 DE 1	
Nº ORDEN DE TRABAJO:		Nº SOLICITUD DE TRABAJO:		
FECHA:		HORA:		
<b>DESCRIPCIÓN DE TRABAJO REALIZADO</b>				
<b>RESPONSABLE EJECUTOR:</b>				
<b>MATERIAL PARA TRABAJO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>			<b>COSTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>HORA DE INICIO:</b>			<b>HORA FINAL:</b>	
RECIBE:		APROBÓ:		
FECHA:		FECHA:		

### Formato 8. Orden de trabajo

#### 5.8. Hoja de vida

En la hoja de vida se plasman los registros de las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones en general que conciernen a un determinado equipo, sistema, componente o parte. Equivale al término historial o ficha histórica. Además, cuenta con información relevante que identifica al equipo.

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_08
	HOJA DE VIDA		VERSION	0
			FECHA	jun-21
PAGINA 1 DE 1				
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
<b>DATOS DE EQUIPO</b>				
NOMBRE DE EQUIPO:			FABRICANTE:	
POTENCIA:			MODELO:	
VOLTAJE:			MARCA:	
GARANTÍA:			FICHA TÉCNICA:	
<b>HISTORIAL DE MANTENIMIENTO</b>				
FECHA	TIPO DE MTO.	REPUESTOS ASOCIADOS	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO	EJECUTADO POR
Realizado por:			Aprobado por:	

## Formato 9. Hoja de vida

### 5.9. Programación del mantenimiento

El mantenimiento preventivo requiere de un proceso de programación anual, el cual debe contemplar ciertos lineamientos que estén interconectados con los objetivos y metas organizacionales, su principal objetivo es señalar la periodicidad de la realización de las instrucciones técnicas. (Zambrano & Leal, 2006)

Para la programación anual se tiene que el año calendario consta de 52 semanas, pero se tendrán en cuenta 49 semanas debido a que se toman 1 semana al principio y 2 al final del año por cuestiones de vacaciones colectivas.

$$\text{Proporción} = \frac{N^{\circ} \text{ de semanas al año (disponibles)}}{N^{\circ} \text{ de procesos/ equipos}}$$

Aluminios hércules cuenta con 7 procesos en su línea de producción, los cuales son:

Repujado, que cuenta con 6 equipos, 1 dependiente, 5 independientes

Troquelado, cuenta con 3 equipos, 3 independientes

Pulido y brillado; cuenta con 1 equipo; Dependiente

Pintura, que cuenta con 4 equipos, 4 independientes

Prensado que cuenta con 1 equipo. Dependiente

cizallado, cuenta con 1 equipo, independiente

Remachado, cuenta con 1 equipo, independientes

Se entiende por equipos dependientes a los que cualquier falla dentro del proceso productivo ocasiona parada del proceso de producción y los equipos independientes son los que cualquier falla dentro de la línea de producción no afecta el proceso. Cuando los equipos son dependientes, estos no se distribuyen de forma escalonada entre ellos, sino uno debajo del otro.

- Proporción en las secciones

$$\frac{49}{7} = 7 \text{ semanas}$$

Ahora bien, cada proceso cuenta con 7 semanas de diferencia al momento de iniciar su mantenimiento.

- Proporción en el proceso de repujado

$$\frac{7}{6} = 1,16 \text{ semanas} \approx 1 \text{ semanas/equipo}$$

- Proporción el proceso de troquelado

$$\frac{7}{3} = 2,3 \text{ semanas} \approx 2 \text{ semanas/equipo}$$

- Proporción en el proceso de pulido y brillado

$$\frac{7}{1} = 7 \text{ semanas /equipo}$$

- Proporción en el proceso de pintura

$$\frac{7}{4} = 1.75 \text{ semanas} \approx 2 \text{ semanas/equipo}$$

- Proporción en el proceso de prensado

$$\frac{7}{1} = 7 \text{ semanas/equipo}$$

- Proporción en el proceso de cizallado

$$\frac{7}{1} = 7 \text{ semanas/equipo}$$

El proceso de transporte no se incluye dentro de la programación de mantenimiento debido a que este se realiza cada 5000km/h según horómetro.

El equipo, remachadora eléctrica tampoco se incluye, puesto que no se considera una reparación para ella. Se piensa dar de baja.







## 6. Costos de mantenimiento

### 6.1. Especificación del personal

Para la determinación de la cantidad de personal, se procede a calcular las horas según las actividades, mecánicas, generales, eléctricas o de lubricación, establecida para el equipo de según su programa de mantenimiento anual. El cálculo se realiza mediante el siguiente procedimiento según el Manual práctico de gestión de mantenimiento Sony Zambrano & Sandra L. Leal:

1. Se determina el número de horas requeridas al año por tipo de actividad (TTA/act) se realiza para cada actividad técnica.

$$\frac{TTA}{act} = P * N^{\circ} veces(IT) * T * N^{\circ} equipos$$

Donde:

P: número de personas necesarias para realizar la instrucción técnica

N° veces (IT): número de veces que se realiza la instrucción técnica en el año.

T: tiempo empleado para realizar la instrucción técnica.

N° equipos: número de equipos a los que debe realizarse la instrucción.

2. El valor obtenido se debe multiplicar por un factor de rendimiento que posee un trabajador y en este caso el factor comúnmente conocido y adaptado a las condiciones locales está en un 15% sobre su rendimiento normal (ingeniería de métodos, Benjamín W. Niebel 1999).

3. Luego se divide el valor obtenido entre el número total de horas disponibles en la empresa en un año laboral se utilizaron 8 horas/día, 6 días/semana, y 49 semanas/año para un total de 2352 horas, se toman 2500 horas al año.

4. Se divide este valor entre 40% que es el porcentaje normalmente asignado para ejecutar las funciones de mantenimiento programado (manual práctico de gestión de mantenimiento, Sandra, L y Sony, A; Pg 82 2006)

5. Con el valor obtenido se tiene el número de personas para cada actividad o el total de personas que pueden ejecutar todas las funciones, como el valor se puede encontrar fraccionado se debe aproximar utilizando los siguientes criterios:

Si la fracción es mayor que 0.7 se aproxima al entero superior.

Si la fracción es menor a 0.3 se despreja la fracción.

Si la fracción se encuentra entre 0.3 y 0.7 se sugiere asignar a un ayudante.

A continuación, se presenta la tabla para la determinación del número de horas requeridas al año por tipo de actividad:

**Tabla 2.** Determinación de número de personal por actividad.

Tipo de actividad	Hrs. Totales por año	Factor de rendimiento (15%)	Hrs al año (2500)	40%	Número de personas
ELECTRICA	497	571,55	0,22862	0,57	1
GENERAL	471,75	542,5125	0,217005	0,54	1
LUBRICACION	243,75	280,3125	0,112125	0,28	0
MECANICA	1333,5	1533,525	0,61341	1,53	1

En la tabla se puede observar que para las instrucciones de lubricación no necesitan un personal directo, para la parte eléctrica y general se necesita una persona, y para la parte mecánica se necesitan un trabajador. En total se necesitan 3 personas o bien un trabajador técnico con conocimientos en mecánica general, lubricación y electricidad que pueda suplir las necesidades de la empresa.

## 6.2. Costo de personal de mantenimiento

Para el mantenimiento de la empresa ALUMINIO HERCULES, se necesita de un operario que tenga conocimiento sobre lubricación y del mantenimiento mecánico y eléctrico, el salario

básico para pagar por la empresa para un técnico será el salario mínimo legal vigente que es de \$908.526/mes más el auxilio de transporte adicional equivalente de \$106.454.

Obligaciones laborales: Serie de compromisos establecidos por la legislación laboral colombiana hacia el empleador con el trabajador, tales como:

Riesgo profesional (ARL): Protege a los empleados en caso de incapacidad temporal o permanente por un accidente de trabajo, enfermedad profesional o fallecimiento, según el artículo 2 del Decreto 1295 de 1994. El empleador debe aportar al sistema de riesgos profesionales entre el 0,522% y 6,96%, según el nivel asignado al trabajador.

Normativa de aportes parafiscales: La ley 21 de 1982 establece que se es una obligación aportar porcentajes de la nómina mensual total en vinculación de los trabajadores a una serie de instituciones, para un total del 9%, distribuidos de la siguiente manera: ICBF 2%, Sena 3% y Cajas de compensación familiar 4%.

Prestaciones sociales: Beneficios establecidos para los trabajadores para ciertas fechas del año, tales como: Prima de servicios con 8.33%, vacaciones con 4.17%, cesantías con 8.33% e intereses de cesantías con un 12%.

Sistema general de seguridad social: Brinda beneficios en caso de: Accidentes de trabajo, jubilación, pensión de vejez, accidentes de trabajo y fallecimiento.

Sistema general de salud: Es obligatorio que en las cotizaciones los trabajadores deben estar afiliados al sistema de salud, este aporte de salud es del 12,5% del salario mensual.

Aportes al fondo de pensiones: Este aporte no es obligatorio, para el fondo de pensiones es un valor del 4% del empleado de su salario y un 12% del salario del empleado.

Aportes al fondo de solidaridad pensional: Es una responsabilidad del empleado y este aporte lo deben pagar los empleados que tengan un salario de más de cuatro salarios mínimos mensuales vigentes y el valor es de 1%.

**Tabla 3.** Costo de personal de mantenimiento.

Personal	Salario base + Aux. Transporte	ARL	Aportes parafiscales	Prestaciones sociales
Técnico	1.014.980	60.900	91.348	333.217
	Salud	Pensión	Gasto mensual	Cantidad
	126.872	40.600	1.667.917	1

De acuerdo con la tabla anterior el costo de personal de mantenimiento por mes es de \$1.667.917 pesos.

### 6.3. Costo de mantenimiento de equipos

De forma aproximada y solo para obtener una referencia rápida previa, puede afirmarse que el costo anual de mantenimiento de una empresa es proporcional al costo de las máquinas que contiene y de su montaje. El costo anual de mantenimiento puede estimarse entre el 2% y el 3% del costo de equipos + montaje como se explica en la siguiente ecuación. (RENOVETEC, 2017)

$$CM = (CR * 0,03)$$

o también,

$$CM = ((\text{costo de equipos} + \text{montaje}) * 0,03)$$

Donde, CM es el Costo de Mantenimiento y CR Costo de Reposición de equipos.

Otros parámetros que también se involucran en este valor son el costo por personal, materiales, otros costos y contratos externos.

En la siguiente tabla se muestra el valor de los equipos de trabajo de Aluminios Hércules, la compra de la mayoría de los equipos fue efectuada hace 21 años, no se posee facturación de esta fecha, pues al ser negocio de carácter familiar, los equipos fueron otorgados a su actual dueño sin esta documentación. Por lo que se agrega el valor dado según información compartida por la empresa.

**Tabla 4.** Precio de equipos de Aluminios Hércules.

<b>Equipo</b>	<b>Costo dado por la empresa</b>
Torno repujador 01	\$ 6.500.000,00
Torno repujador 02	\$ 6.500.000,00
Torno repujador 03	\$ 6.850.000,00
Torno repujador 04	\$ 6.500.000,00
Torno repujador 05	\$ 6.500.000,00
Pulidora y brilladora	\$ 3.600.000,00
Remachadora manual	\$ 4.300.000,00
Remachadora eléctrica	\$ 4.500.000,00
Horno de cocción	\$ 25.000.000,00
Cabina de pintura	\$ 7.000.000,00
Equipo de pintura	\$ 3.785.000,00
Compresor	\$ 3.550.000,00
Troqueladora 01	\$ 20.000.000,00
Troqueladora 02	\$ 18.000.000,00
Troqueladora 03	\$ 18.500.000,00
Prensa hidráulica eléctrica	\$ 35.000.000,00
Cizalla	\$ 2.600.000,00
Embutidora	\$ 206.763.200,00
Camión	\$ 35.000.000,00

A continuación, se muestra el costo anual de mantenimiento de acuerdo con la fórmula anteriormente descrita, dando como resultado un costo aproximado total de \$32'806.455 pesos, donde \$20'015.004 pesos van destinados para el pago del personal y \$12.791.451,00 al costo de mantenimiento de los equipos en general.

	ALUMINIOS HERCULES			CODIGO	F_09
	COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO			VERSION	0
	PAGINA 1 DE 1				
Equipo	Costo compra inicial e equipo (\$)	Costo montaje de	Costo de Reposicion (\$)	Costo Mantenimiento (CM)	
TORNO REPUJADOR 01	\$ 6.500.000,00	\$ 325.000,00	\$ 6.825.000,00	\$ 204.750,00	
TORNO REPUJADOR 02	\$ 6.500.000,00	\$ 325.000,00	\$ 6.825.000,00	\$ 204.750,00	
TORNO REPUJADOR 03	\$ 6.850.000,00	\$ 400.000,00	\$ 7.250.000,00	\$ 217.500,00	
TORNO REPUJADOR 04	\$ 6.500.000,00	\$ 325.000,00	\$ 6.825.000,00	\$ 204.750,00	
TORNO REPUJADOR 05	\$ 6.500.000,00	\$ 325.000,00	\$ 6.825.000,00	\$ 204.750,00	
PULIDORA Y BRILLADORA	\$ 3.600.000,00	\$ 220.000,00	\$ 3.820.000,00	\$ 114.600,00	
REMACHADORA MANUAL	\$ 4.300.000,00	\$ -	\$ 4.300.000,00	\$ 129.000,00	
REMACHADORA ELECTRICA	\$ 4.500.000,00	\$ 160.000,00	\$ 4.660.000,00	\$ 139.800,00	
HORNO DE COCCION	\$ 25.000.000,00	\$ 560.000,00	\$ 25.560.000,00	\$ 766.800,00	
CABINA DE PINTURA	\$ 7.000.000,00	\$ 440.000,00	\$ 7.440.000,00	\$ 223.200,00	
EQUIPO DE PINTURA	\$ 3.785.000,00	\$ -	\$ 3.785.000,00	\$ 113.550,00	
COMPRESOR	\$ 3.550.000,00	\$ -	\$ 3.550.000,00	\$ 106.500,00	
TROQUELADORA 01	\$ 20.000.000,00	\$ 450.000,00	\$ 20.450.000,00	\$ 613.500,00	
TROQUELADORA 02	\$ 18.000.000,00	\$ 423.500,00	\$ 18.423.500,00	\$ 552.705,00	
TROQUELADORA 03	\$ 18.500.000,00	\$ 350.000,00	\$ 18.850.000,00	\$ 565.500,00	
PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA	\$ 35.000.000,00	\$ 550.000,00	\$ 35.550.000,00	\$ 1.066.500,00	
CIZALLA	\$ 2.600.000,00	\$ 120.000,00	\$ 2.720.000,00	\$ 81.600,00	
EMBUTIDORA	\$ 206.763.200,00	\$ 960.000,00	\$ 207.723.200,00	\$ 6.231.696,00	
CAMION	\$ 35.000.000,00	\$ -	\$ 35.000.000,00	\$ 1.050.000,00	
COSTO PERSONAL	\$ 1.667.917/MES	\$ -	\$ -	\$ 20.015.004,00	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 32.806.455,00</b>	

**Formato 11.** Costo anual de mantenimiento aproximado.

## 7. Análisis de criticidad

La empresa Aluminios Hércules Ubicada En La Ciudad De Cúcuta, Norte de Santander, se encarga de la producción y distribución de utensilios domésticos de aluminio.

Los criterios que se establecerán para la creación del análisis de criticidad se sujetan a dos aspectos relevantes, la frecuencia de la falla y las consecuencias que estas traen para la empresa, estos criterios se adaptan a la empresa según sus necesidades:

Frecuencia de la falla: Este criterio se define como la cantidad de veces que se presenta una deficiencia en un equipo o el sistema, es decir, una falla, de esta falla se toma en cuenta la cantidad de veces que se presente en un periodo de tiempo, en este proyecto se evalúa respecto a los 3 meses en que se registró la información.

Consecuencias: Se consideran los hechos u ocurrencias que genera la falla después de haberse creado, este criterio se evalúa de la siguiente manera.

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto operacional} * \text{Flexibilidad operacional}) + \text{costo del mantenimiento} \\ + \text{impacto en la seguridad ambiental y humana.}$$

Donde,

Impacto operacional. Establece el comportamiento o la reacción del sistema de producción con respecto a la presencia u ocurrencia de una falla.

Flexibilidad operacional. Es la facilidad con la que se afronta una falla, la reacción o acciones que se toman para continuar con la producción sin generar gastos o pérdidas de gran valor.

Costos de mantenimiento. Es el término que se refiere a los gastos económicos que se generan por la reparación de una falla, teniendo en cuenta el valor del personal y los repuestos que se requieren.

Los costos generados por insumos durante los meses en que se registró la información son los siguientes:

**Tabla 5.** Base de datos de costos de meses entre mayo y agosto

fecha	mes	equipo	actividad	insumo comprado	cantidad	costo unidad	costo total	Observacion
25/05/2021	MAYO	TORNO REPUJADOR 04	cambio de correas	correas en v starflex	4	\$8.600,00	\$34.400,00	Se compran dos para cambio y 2 para repuesto
26/05/2021	MAYO	EQUIPO DE PINTURA	Cambio de fusibles	Fusibles De Ceramica 5x20mm 250v	3	\$4.000,00	\$12.000,00	Se compran 1 para el cambio y 3 para tener en stock
26/05/2021	MAYO	REMACHADORA MANUAL	Cambio de resorte	resorte	2	\$12.000,00	\$24.000,00	1 cambio, 1 stock
27/05/2021	MAYO	COMPRESOR	Cambio de filtros	filtros	2	\$5.500,00	\$11.000,00	1 cambio, 1 stock
28/05/2021	MAYO	EMBUTIDORA	Cambio de aceite en el equipo	hidraulico B iso 68 20L	1	\$120.000,00	\$120.000,00	
31/05/2021	MAYO	CIZALLA	Cambio de cuchillas por daño	cuchilla	2	\$35.000,00	\$70.000,00	1 cambio, 1 stock
19/06/2021	JUNIO	COMPRESOR	Cambio de cable eléctrico	5m cable #8	1	\$32.500,00	\$32.500,00	
19/06/2021	JUNIO	COMPRESOR	Cambio de tomacorriente	tomacorriente	1	\$6.600,00	\$6.600,00	
24/06/2021	JUNIO	TORNOS	cambio de grasa	grasa de fibra 20kg ERCO	1	\$140.000,00	\$140.000,00	
26/06/2021	JUNIO	COMPRESOR	cambio de aceite	ACEITE 15W40 HAVOLINE 1gal	1	\$94.000,00	\$94.000,00	
28/06/2021	JUNIO	PRENSA HIDRAÚLICA ELÉCTRICA	cambio de empaques hidraulicos	empaques	4	\$9.000,00	\$36.000,00	2 cambio, 2 stock
06/07/2021	JULIO	CABINA DE PINTURA	cambio de manometro	manometro	1	\$83.000,00	\$83.000,00	
07/07/2021	JULIO	TROQUELADORA 02	Se envía a retocar agujeros del	ajuste troquel	1	\$150.000,00	\$150.000,00	
14/07/2021	JULIO	TORNO REPUJADOR 01	cambio de correas	correas en v starflex	4	\$8.600,00	\$34.400,00	Se compran dos para cambio y 2 para repuesto
15/07/2021	JULIO	TROQUELADORA 02	Se envía a reparación	arreglo troquel	1	\$300.000,00	\$300.000,00	
16/07/2021	JULIO	CIZALLA	Cambio de cuchillas por daño	cuchilla	2	\$35.000,00	\$70.000,00	
03/08/2021	AGOSTO	EQUIPO DE PINTURA	Cambio de boquillas	boquillas	3	\$6.000,00	\$18.000,00	
20/08/2021	AGOSTO	TORNOS	cambio de grasa	grasa de fibra 20kg ERCO	1	\$140.000,00	\$140.000,00	
30/08/2021	AGOSTO	TORNO REPUJADOR 05	Cambio de correa	correas en v starflex	4	\$8.600,00	\$34.400,00	Se compran dos para cambio y 2 para repuesto
30/08/2021	AGOSTO	PRENSA HIDRAÚLICA ELÉCTRICA	Cambio de aceite en el equipo	hidraulico B iso 68 20L	1	\$120.000,00	\$120.000,00	
30/08/2021	AGOSTO	CIZALLA	cambio de rodamientos al	6205-zz	4	\$51.000,00	\$204.000,00	2 cambio, 2 stock
02/09/2021	AGOSTO	EQUIPO DE PINTURA	Cambio de fusibles	Fusibles De Ceramica 5x20mm 250v	3	\$4.000,00	\$12.000,00	Se compran 1 para el cambio y 3 para tener en stock

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos por mes:

**Tabla 6.** Costo total por mes

MES	COSTOS
<b>MAYO</b>	<b>\$271.400,00</b>
<b>JUNIO</b>	<b>\$309.100,00</b>
<b>JULIO</b>	<b>\$637.400,00</b>
<b>AGOSTO</b>	<b>\$528.400,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.746.300,00</b>

Ahora bien, los costos por equipo generados en los mantenimientos realizados durante el periodo en que se registró la información y se llevó a cabo el proyecto (Mayo-septiembre) son los siguientes:

**Tabla 7.** Costos por equipo

<b>EQUIPO</b>	<b>PRECIO</b>
Cabina de pintura	\$ 83.000,00
Cizalla	\$ 344.000,00
Compresor	\$ 144.100,00
Embutidora	\$ 120.000,00
Equipo de pintura	\$ 42.000,00
Prensa hidráulica eléctrica	\$ 156.000,00
Remachadora manual	\$ 24.000,00
Tornos	\$ 383.200,00
Troqueladora 02	\$ 450.000,00
<b>Total general</b>	<b>\$ 1.746.300,00</b>
<b>Promedio de costo</b>	<b>\$ 194.033,33</b>

Impacto en la seguridad ambiental y humana. Es la consecuencia que define si una falla en específico causa un riesgo a la seguridad ambiental del entorno en donde se genera o un riesgo de seguridad humana a todo el personal que se encuentre próximo a la misma.

### **7.1. Definición de la criticidad**

Para generar el cálculo de la criticidad en los equipos que hacen parte de la línea de producción de la empresa ALUMINIOS HÉRCULES se aplica un criterio que determina la criticidad de los

incisos detectados, de esta forma pasar variables cualitativas a cuantitativas para obtener un valor numérico, estos valores se determinan a partir de la siguiente tabla:

**Tabla 8.** Criterios para determinar criticidad.

CRITERIOS PARA DETERMINAR LA CRITICIDAD	CUANTIFICACIÓN
<b>FRECUENCIA DE FALLA:</b>	
Mayor a 4 fallas por trimestre	4
Entre 3 y 4 fallas por trimestre	3
Entre 1 y 2 fallas por trimestre	2
Cero fallas por trimestre	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL:</b>	
Parada total de la empresa	10
Parada total de la línea de producción	8
Impacto en los niveles de producción o calidad	6
Repercute en costos operacionales adicionales	3
No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las operaciones de la empresa	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL:</b>	
La producción se detiene por completo sin forma de recuperarlo	5
Existen formas de producción, pero la mínima capacidad	4
Existen opciones de operación momentáneos	3
Existe el repuesto, se puede reparar	1
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO:</b>	
Mayor o igual a \$194.033,33	2
Menor a \$ 194.033,33	1
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD AMBIENTAL Y HUMANA:</b>	
Genera afectaciones en la seguridad humana interna y externa	8
Genera daños al ambiente de manera irreversible	6
Afecta las instalaciones o personal causando daños severos	4
Ocasiona daños menores en instalación y personal	3
Crea un impacto ambiental cuyo efecto no viola normas establecidas	2
No genera ningún tipo de afectación a personas, instalaciones y medio ambiente.	1

Nota: 1 Fuente de la tabla: Mora Gutiérrez Luís Alberto, seminario de mantenimiento centrado en confiabilidad. Medellín — Colombia. (Zhang Esteila & Barrios Pereira, 2017)

Debido a las necesidades presentes en el proyecto y para que el proyecto se pueda evaluar de manera adecuada, se hicieron algunas modificaciones en la tabla.

**7.1.1. Clasificación por niveles de criticidad.** La clasificación se determina a partir de los valores numéricos en la tabla, ubicando los equipos de la línea producción en los niveles de criticidad, estos niveles pueden ser (altos, medios y de baja criticidad)

**Tabla 9.** Matriz de criticidad

MATRIZ DE CRITICIDAD						
FRECUENCIA	4					
	3					
	2					
	1					
		(3-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
CONSECUENCIA						

Posición clasificada según cada nivel:

**Tabla 10.** Nivel de criticidad

BC	Baja Criticidad
MC	Media Criticidad
AC	Alta Criticidad

**7.1.2. Análisis y validación de resultados.** Al aplicar un análisis de criticidad, se generan resultados como evidencia de los equipos que necesitan atención fundamental en mantenimiento, debido a que estos equipos podrían afectar los procesos y funcionamiento fundamentales de la empresa para que esta funcione de una manera óptima, gracias a este análisis el departamento y personal de mantenimiento se puede enfocar y orientar con las decisiones adecuadas y precisas para evitar y precaver los posibles daños que puedan tener u ocasionar en estos a corto, mediano o largo plazo.

## **7.2. Aplicación del análisis de criticidad en la línea de producción de la empresa ALUMINIOS HÉRCULES.**

La aplicación de este análisis de criticidad que se le ejecuta a la empresa se realiza con la ayuda del gerente y área de mantenimiento de la empresa, desde el día 25 de mayo de 2021 hasta el 04 de septiembre de 2021, con base en la información de la tabla de fallas por equipo presentada a continuación.

**Tabla 11.** Aplicación del análisis de criticidad ALUMINIOS HÉRCULES.

<b>Equipo</b>	<b>Falla</b>	<b>Frecuencia</b>	<b># de fallas presentadas</b>	<b>Mantenimiento eléctrico</b>	<b>Lubricación general</b>
Torno repujador 1	Daño en la correa	180 días	1	N/A	7 días
Torno repujador 2	Daño en la correa	180 días	1	N/A	7 días
Torno repujador 3	Daño en la correa	180 días	1	N/A	7 días
Torno repujador 4	Daño en la correa	180 días	1	N/A	7 días
Torno repujador 5	Daño en la correa	180 días	1	N/A	7 días
Pulidora y brilladora	Daño en la correa, se reventó	150 días	1	N/A	7 días

Remachador manual	Desgaste del resorte	180 días	2	N/A	7 días
Remachadora eléctrica			0	N/A	--
Horno de cocción	Daño de quemadores y limpieza de boquillas	180 días	1	N/A	--
Cabina de pintura			0	N/A	--
Equipo de pintura	cambio de fusibles por variación de voltaje.	180 días	4	N/A	--
Compresor	Cambio de aceite y filtros	60 días	2	N/A	7 días
Troqueladora 1			0	N/A	7 días
Troqueladora 2	Daño de troquel	30 días	2	N/A	7 días
Troqueladora 3			0	N/A	7 días
Prensa hidráulica eléctrica	Cambio de empaque	360 días	1	N/A	7 días
Cizalla	Cambio de cuchilla	30 días	4	N/A	7 días
Embutidora	--	--	0	N/A	7 días
Camión	--	--	0	N/A	--

Se presenta la tabla en la cual se valora cada equipo perteneciente a la línea de producción esta evaluación se rige bajo los datos de la tabla de cuantificación de criticidad.

Cuantificación de criticidad

**Tabla 12.** Cuantificación de criticidad

Equipo	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costo de mantenimiento	Impacto de sah	Consecuencias	Criticidad
Torno repujador 1	2	1	1	2	1	4	BC
Torno repujador 2	2	1	1	2	1	4	BC
Torno repujador 3	2	1	1	2	1	4	BC
Torno repujador 4	2	1	1	2	1	4	BC
Torno repujador 5	2	1	1	2	1	4	BC
Pulidora y brilladora	2	8	4	1	1	34	MC
Remachador manual	2	8	1	1	1	10	BC
Remachadora eléctrica	1	1	1	1	1	3	BC
Horno de cocción	2	8	4	1	1	34	MC
Cabina de pintura	1	1	3	1	1	5	BC
Equipo de pintura	3	1	1	1	1	3	MC
Compresor	2	1	1	1	1	3	BC
Troqueladora 1	1	6	1	1	1	8	BC
Troqueladora 2	2	6	1	2	1	9	BC
Troqueladora 3	1	6	1	1	1	8	BC
Prensa hidráulica eléctrica	2	6	3	1	1	20	BC
Cizalla	3	6	3	2	1	21	MC
Embutidora	1	6	3	1	1	20	BC
Camión	1	6	1	1	1	8	BC

Con los datos de la tabla, se genera la matriz de criticidad, permitiendo comprender la ubicación de los equipos en los tres niveles establecidos para la criticidad: baja, media y alta.

**Tabla 13.** Matriz de criticidad ejecutada para la empresa ALUMINIO HÉRCULES

MATRIZ DE CRITICIDAD						
FRECUENCIA	4					
	3	Equipo de pintura		Cizalla		
	2	Torno repujador 01 Torno repujador 02 Torno repujador 03 Torno repujador 04 Torno repujador 05 Remachadora manual Compresor Troqueladora 02	Prensa hidráulica eléctrica		Pulidora y brilladora Horno de cocción	
	1	Remachadora Cabina de pintura Troqueladora 01 Troqueladora 03 Camión	Embutidora			
		(3-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
		CONSECUENCIA				

## 8. Análisis y modos de efectos de falla (AMEF)

La metodología AMEF se ve aplicada en los equipos de alta, mediana criticidad y aquellos que cumplen un papel importante en el proceso de producción de la empresa, estos equipos son resultantes del análisis de criticidad, esta metodología busca identificar las fallas que presenten una probabilidad de generarse dentro de los equipos, de tal forma genera una base de datos de errores o fallas posibles en los equipos, a su vez se busca generar información sobre los efectos que ocasionan estas fallas en la empresa. Las fallas que se evalúan serán aquellas que ya se han presentado en los equipos además de las fallas que actualmente no se presentan, pero que posiblemente se puedan dar, esto con el fin de complementar y ampliar el conocimiento que se tiene sobre cada equipo de la empresa, además tener un documento que permita aclarar las dudas sobre las fallas y que evidencie el por qué y el cómo se generan, a su vez el efecto que esta produce. (Zhang Esteila & Barrios Pereira, 2017)

El plan de ejecución de la metodología AMEF es el siguiente.

Falla funcional. La falla funcional se define como aquel tipo de falla que se basa en imperfección, deficiencia o pérdida de alguna función correspondiente que un equipo cumpla, de tal forma que el mismo se vea perjudicado por la existencia de la falla.

Modos de falla. Es la causa, acción o evento que genere la avería en el equipo, la cual está unida a las acciones de mantenimiento, existe la posibilidad de tener más de un modo de falla, basado en la composición del equipo y las acciones o elementos que se vean involucrados para la ejecución de una función. Con la ejecución de la metodología AMEF que se aplica a los equipos que presentaron alta y mediana criticidad según el estudio realizado en este proyecto, se listan los

efectos de cada potencial modo de falla y se asigna el grado de severidad de cada efecto. La severidad es la consecuencia de que la falla ocurra.

### 8.1. Criterios de evaluación en la empresa ALUMINIOS HÉRCULES

A continuación, se muestran los criterios tomados para la evaluación:

**Tabla 14.** Criterios de evaluación para la metodología AMEF

TABLA CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
GRAVEDAD - SEVERIDAD (S)	FRECUENCIA - OCURRENCIA (O)	DETECCIÓN (D)	CUANTIFICACIÓN
No genera importancia de fallo sobre el rendimiento del sistema: <b>Muy baja</b>	Ningún fallo asociado a procesos casi idénticos o en el pasado: <b>Muy baja</b>	Defecto evidente, no fácilmente probable: <b>Muy alta</b>	1
Pequeño deterioro sin importancia en el rendimiento del sistema: <b>Baja</b>	Fallos esperados en el sistema, ocurridos en el pasado, pero poco probable de que sucedan: <b>Baja</b>	Defecto evidente, fácilmente probable: <b>Alta</b>	2
			3
Fallo producido, el cual genera cierta insatisfacción por parte del cliente, siendo notoria la deficiencia del proceso: <b>Moderada</b>	Fallo producido en algunas ocasiones de la vida del sistema y previos al proceso: <b>Moderada</b>	Defecto producido en los últimos pasos del proceso, sin llegar al cliente el producto: <b>Mediana</b>	4
			5
			6
Grado de insatisfacción alto, donde el sistema se vería inutilizado: <b>Alta</b>	Fallo producido con ocurrencia en el pasado y en procesos similares: <b>Alta</b>	Defecto difícil de detectar, siendo un defecto de naturaleza del equipo: <b>Pequeña</b>	7
			8
Grado de fallo muy crítico donde se incumplen las normas reglamentarias y afecta potencialmente la seguridad del proceso y/o producto: <b>Muy alta</b>	Fallo producido constantemente, donde es casi inevitable que suceda: <b>Muy alta</b>	Defecto imposible de detectar: <b>Improbable</b>	9
Grado de fallo muy grave donde se incumplen las normas reglamentarias y afecta potencialmente la seguridad del proceso y/o producto: <b>Grave</b>			10

Debido a las necesidades presentes en el proyecto y para que el proyecto se pueda evaluar de manera adecuada, se hicieron algunas modificaciones en la tabla.



### 8.3. Aplicación de la metodología AMEF a los equipos de la línea de producción de la empresa.

A continuación, se presenta la metodología AMEF, aplicada para los equipos: Equipo de pintura, Cizalla, Pulidora y brilladora y Horno de cocción, que tuvieron un criterio de criticidad Medio, y ningún equipo se ubicó en alta criticidad, esto debido a que el periodo de análisis se puede considerar corto, pues solo tuvo una duración de 3 meses.

**Tabla 16.** Metodología AMEF aplicada a los equipos de mediana criticidad de Aluminios Hércules.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS										
Equipo	Falla funcional	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones recomendadas
Equipo de pintura	Equipo con ineficiencia	Mal funcionamiento del equipo	Baja productividad del equipo	6	Descuido del mantenimiento del equipo	4	Mantenimiento adecuado del equipo	3	72	Mantenimiento en fechas establecidas
	Corto de fusibles	Subida de tensión del suministro	Parada total del equipo	7	Inexistencia de transformador en la empresa debido a que está conectada a centrales.	3	No existen	10	210	Verificar semanalmente tensión del equipo e instalación de un transformador en la empresa
Cizalla	Se parte la cuchilla	Mal operación del equipo por parte del operador	Defectos en cortes, ocasionando torsión y curvaturas en las piezas	8	Descuido por parte del operador en el proceso de corte	3	No existen	10	240	Capacitación del personal sobre el manejo de la cizalla
Pulidora y brilladora	Se rompe la correa	Falta de mantenimiento en el equipo	Parada de productividad	8	No se hizo mantenimiento adecuado en el equipo	4	Mantenimiento en el equipo	4	128	Mantenimiento en fechas establecidas
Horno de cocción	Daño de quemadores	Mal control en el equipo	Mala relación en aire-combustible	9	No se hizo la carburación correcta	3	No existen	10	270	Realizar una carburación adecuada
	Boquillas sucias	Mal funcionamiento del equipo	Bajo rendimiento en la productividad	6	Descuido en el mantenimiento	4	Mantenimiento en el equipo	3	72	Mantenimiento en fechas establecidas

## 9. Conclusiones

Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la línea de producción de la empresa ALUMINIOS HÉRCULES de la ciudad de Cúcuta, departamento de Norte de Santander. La empresa cuenta con 19 equipos, de los cuales solo 17 se encuentran activos y 2 inactivos, estos son: la remachadora eléctrica que se encuentra inactiva por daño y la embutidora, la cual no se está utilizando porque solo es necesaria cuando la producción es en gran cantidad.

Se tomaron en cuenta los costos para los meses: Mayo, Junio, Julio y Agosto, de los 17 equipos activos, donde los costos totales generados durante el periodo de los 4 meses es de: \$1.746.300,00 pesos colombianos, y un promedio de costo por equipo de: \$ 194.033,33 pesos colombianos.

También se diseñaron costos para el plan de mantenimiento con un total de \$ 32.806.455,00 pesos colombianos, donde \$20.015.004,00 pesos colombianos es para el personal y el resto para el mantenimiento.

Se diseñó la gestión documental del plan de mantenimiento para tener un mejor registro y orden de los equipos de la línea de producción. Se concluye bajo los parámetros de criticidad y con la evaluación de estos 4 meses, que 4 equipos de los 17 activos se encuentran sujetos con Media Criticidad, estos equipos son: Equipo de pintura, cizalla, pulidora y brilladora, y horno de cocción, para la solución de esta criticidad se determinó y diseñó un análisis y modos de efecto de falla (AMEF), donde se plantearon acciones recomendadas para solucionar las fallas funcionales que se ocasionaron en los meses evaluados.

## 10. Recomendaciones

Se recomienda realizar un análisis de criticidad donde el periodo de análisis y registro de información sea mayor a la estipulada en este proyecto con el objetivo de tener unos indicadores o resultados más certeros.

Se recomienda la aplicación de las acciones correctivas planteadas en el AMEF las cuales son:

Realizar los mantenimientos en las fechas establecidas para los equipos para evitar en lo menor posible paradas de producción.

Instalar un transformador de energía para la empresa, con el fin de evitar subidas de tensión y demás problemas eléctricos debido a que la energía suministrada por centrales eléctricas no es suficiente para la maquinaria empleada. También, se recomienda verificar semanalmente la tensión de los equipos.

Por otra parte, para que no haya accidentes en la cizalla, tales como: rotura de cuchilla, es necesario capacitar al personal para mejorar el uso de este equipo.

En el horno de cocción se recomienda hacer mantenimiento para que no se ensucien las boquillas y esto no ocasione un mal funcionamiento del equipo, y también hacer una carburación adecuada para que haya un buen control del equipo y no se dañen los quemadores.

Se recomienda seguir empleando el registro actual de fallas y mantenimientos para los equipos con el fin de mantener una trazabilidad y de esta forma diseñar e implementar acciones de mejora para la organización.

Se recomienda hacer un mantenimiento adecuado para los demás equipos de la línea de producción en la empresa, para que haya una buena eficiencia, orden y un preciso proceso de producción.

Se recomienda realizar una evaluación diagnóstica en un periodo no mayor a 2 años, donde se evalúe si la implementación del plan de mantenimiento diseñado ha sido favorable o no para la empresa.

## 11. Referencias bibliográficas

ACIEM, 2018. Glosario de términos de mantenimiento.

Álvares, G. A. (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmeccánica industrias AVM SA. Bucaramanga: UIS, 116-117. Recuperado de: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2004/112490.pdf>

Beltran, E. (2015) Proceso de fabricación de ollas de aluminio. Recuperado de: <https://de2.slideshare.net/edwinalexissemianriobeltran/proceso-de-fabricacin-de-ollas-de-aluminio>

Botero, C. (1991). Mantenimiento preventivo. Recuperado de :<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/1550>

Bravo, R. (1989). Administración del mantenimiento industrial. EUNED.

Buelvas Díaz, C. E. (2014). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L. Recuperado de: <http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/813>

Díaz González, M. A. (2013). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Equipos Técnicos de Colombia ETECOL SAS. Recuperado de: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/141180>

Gentile Pappalardo, Mariluz. (3 de diciembre de 2019). Evolución del mantenimiento industrial: desde origen hasta la actualidad. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/evolucion-mantenimiento-industrial/>.

- Gómez Pazmiño, M. Á. (2019). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la Empresa Ensamblajes SA (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.). Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/41226>
- Herrera Zurique, L. J., & Segura Hoyos, C. M. (2004). Programa de mantenimiento preventivo equipo mayor en el taller de metalmecánica Servitec Ltda. Recuperado de: <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0028657.pdf>
- Mejía Robles, J. C. (2018). Diseñar un programa de mantenimiento preventivo en el área de producción de una empresa metalmecánica (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.). Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34584>
- MimarHome (2021), TAPA DE ALUMINIO CON ASA PARA OLLAS Y CAZUELAS DE ALUMINIO. Recuperado de: <https://mimarhome.com/baterias-de-cocina-profesional/1071-tapa-de-aluminio-con-asa-para-ollas-y-cazuelas-de-aluminio.html>
- Sacristán, F. R. (2014). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. Técnica Industrial, 1. Recuperado de: <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/98/3064/a3064.pdf>
- Salazar, B. (04, noviembre, 2019). ¿Qué es la gestión del mantenimiento? Ingeniería industrial Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/que-es-la-gestion-del-mantenimiento/>
- Valdivia, G. (2008). Sociedad médica de Santiago Sociedad Chilena de medicina interna. Curso de Educación continua avanzada.

Valdivieso Torres, J. C. (2010). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas SA (Bachelor's thesis). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>

Vigo Roque, J. (2020). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmecánica del sector industrial. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24777>

Zambrano, S. (2011) Manual práctico de gestión del mantenimiento

## **Anexos**

## Anexo 1. Ficha Técnica Torno repujador 01

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
			VERSION	0
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		FECHA	jun-21	
		PAGINA 1 DE 1		
Código:	HE-L1-TR-01	Nombre de equipo:	TORNO REPUJADOR 01	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>Torno repujador es un sistema(máquina) encargado de crear formas a través de repujar piezas con los moldes y medidas precisas para su elaboración.</p>				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Lugar de origen: China Marca: NN Dimensión: (L*W*H): 2000mm*540mm*1100mm Condición: 20 años de uso Tipo: Horizontal Peso: 180 Kg		Datos de motor: Marca: Motores y reductores WEG Fase: Trifásico Potencia: 3.7 kW – 5 Hp Velocidad (rpm): 1715 rpm Voltaje: 208-230/460 Corriente: 14.8-13.4/6.70 Frecuencia: 60 Hz Tipo de arranque: Triangulo estrella Protección del equipo: IP55		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	NN			
Dirección-Teléfono	China			
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 2. Ficha técnica Torno repujador 02

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
PAGINA 1 DE 1				
Código:	HE-L1-TR-02	Nombre de equipo:	TORNO REPUJADOR 02	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Torno repujador es un sistema(máquina) encargado de crear formas a través de repujar piezas con los moldes y medidas precisas para su elaboración.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Lugar de origen: China Marca: NN Dimensión: (L*W*H): 2000mm*540mm*1100mm Condición: 20 años de uso Tipo: Horizontal Peso: 180 Kg		Datos de motor: Marca: Motores y reductores WEG Fase: Trifásico Potencia: 3.7 kW – 5 Hp Velocidad (rpm): 1715 rpm Voltaje: 208-230/460 Corriente: 14.8-13.4/6.70 Frecuencia: 60 Hz Tipo de arranque: Triangulo estrella Protección del equipo: IP55		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	NN			
Dirección-Teléfono	China			
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 3. Ficha técnica Torno repujador 03

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
PAGINA 1 DE 1				
Código:	HE-L1-TR-03	Nombre de equipo:	TORNO REPUJADOR 03	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Torno repujador es un sistema(máquina) encargado de crear formas a través de repujar piezas con los moldes y medidas precisas para su elaboración.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Lugar de origen: China Marca: NN Dimensión: (L*W*H): 2000mm*540mm*1100mm Condición: 20 años de uso Tipo: Horizontal Peso: 180 Kg		Datos de motor: Marca: Motores y reductores WEG Fase: Trifásico Potencia: 3.7 kW – 5 Hp Velocidad (rpm): 1715 rpm Voltaje: 208-230/460 Corriente: 14.8-13.4/6.70 Frecuencia: 60 Hz Tipo de arranque: Triangulo estrella Protección del equipo: IP55		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	NN			
Dirección-Teléfono	China			
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 4. Ficha técnica Torno repujador 04

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
PAGINA 1 DE 1				
Código:	HE-L1-TR-04	Nombre de equipo:	TORNO REPUJADOR 04	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>Torno repujador es un sistema(máquina) encargado de crear formas a través de repujar piezas con los moldes y medidas precisas para su elaboración.</p>				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Lugar de origen: China Marca: NN Dimensión: (L*W*H): 2000mm*540mm*1100mm Condición: 20 años de uso Tipo: Horizontal Peso: 180 Kg		Datos de motor: Marca: Motores y reductores WEG Fase: Trifásico Potencia: 3.7 kW – 5 Hp Velocidad (rpm): 1715 rpm Voltaje: 208-230/460 Corriente: 14.8-13.4/6.70 Frecuencia: 60 Hz Tipo de arranque: Triangulo estrella Protección del equipo: IP55		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	NN			
Dirección-Teléfono	China			
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 5. Ficha técnica Torno repujador 05

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
			PAGINA 1 DE 1	
Código:	HE-L1-TR-05	Nombre de equipo:	TORNO REPUJADOR 05	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>Torno repujador es un sistema(máquina) encargado de crear formas a través de repujar piezas con los moldes y medidas precisas para su elaboración.</p>				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
<p>Lugar de origen: China          Marca: NN          Dimensión: (L*W*H): 2000mm*540mm*1100mm          Condición: 20 años de uso          Tipo: Horizontal          Peso: 180 Kg</p>		<p>Datos de motor:          Marca: Motores y reductores WEG          Fase: Trifásico          Potencia: 3.7 kW – 5 Hp          Velocidad (rpm): 1715 rpm          Voltaje: 208-230/460          Corriente: 14.8-13.4/6.70          Frecuencia: 60 Hz          Tipo de arranque: Triangulo estrella          Protección del equipo: IP55</p>		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	NN			
Dirección-Teléfono	China			
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 6. Ficha técnica Pulidora y brilladora

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
			PAGINA 1 DE 1	
Código:	HE-L1-PB-01	Nombre de equipo:	PULIDORA Y BRILLADORA	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Herramienta eléctrica que corta, desbasta y brilla las piezas que sobran en cualquier elemento.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Marca: Teco Motor Potencia: 3.7 kW – 5 Hp Velocidad (rpm): 2000 rpm Voltaje: 208-230/460 Corriente: 14.8-13.4/6.70 Frecuencia: 60 Hz				
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante				
Dirección-Teléfono				
Realizado por:		Aprobado por:		

### Anexo 7. Ficha técnica Remachadora manual

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
PAGINA 1 DE 1				
Código:	HE-L1-RM-01	Nombre de equipo:	REMACHADORA MANUAL	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Herramienta utilizada para unir dos piezas mediante un remache fijo ya sea en procesos industriales o domésticos.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Marca: KAM Dimensiones(L*W*H): 45mm*30mm*100mm Voltaje: Manual Fuente de alimentación: Pedal Peso: 20 Kg				
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	KAM			
Dirección-Teléfono				
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 8. Ficha técnica Remachadora Eléctrica

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
			PAGINA 1 DE 1	
Código:	HE-L1-RE-01	Nombre de equipo:	REMACHADORA ELÉCTRICA	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Herramienta eléctrica utilizada para unir dos piezas mediante un remache fijo ya sea en procesos industriales o domésticos.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Marca: KAM Dimensiones(L*W*H): 45mm*30mm*100mm Voltaje: 220V Fuente de alimentación: Eléctrica Peso: 50 Kg				
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	KAM			
Dirección-Teléfono				
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 9. Ficha técnica Horno de cocción

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
			PAGINA 1 DE 1	
Código:	HE-L1-HC-01	Nombre de equipo:	HORNO DE COCCIÓN	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Equipo fabricado para trabajos térmicos de cocción o fundición de elementos de acuerdo al área donde se requiera.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Fabricado en Lámina Galvanizada Interna y Externa calibre 16 Aislamiento: Manta Cerámica Antorcha 800000 Btu (Alimentación a 220 V) Conexión para gas natural 2 turbinas (Motor Nortor 1700 rpm c/u) Recirculación aire caliente		Marca: CELAB Modelo: Horno pintura electrostática Función del horno: Industrial Tipo de cocción: Conveccion gas natural Fuente de alimentación: Eléctrica 220 V Temperatura mínima - Temperatura máxima: 350 K - 450 K Dimensión: (L*W*H): 4000mm*3000mm*2500mm		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	CELAB			
Dirección-Teléfono				
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 10. Ficha técnica cabina de pintura

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		VERSION	0
			FECHA	jun-21
			PAGINA 1 DE 1	
Código:	HE-L1-CP-01	Nombre de equipo:	CABINA DE PINTURA	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Espacio cerrado donde circula aire con una velocidad adecuada para poder pintar.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
<p>Marca: CELAB</p> <p>Un ciclón (Recuperador de pintura) y control eléctrico</p> <p>Dimensión: (L*W*H): 3000mm*1500mm*2200mm</p> <p>Potencia (motor): 3 hp</p> <p>Voltaje: 220 V</p>				
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	CELAB			
Dirección-Teléfono				
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 11. Ficha técnica Equipo de pintura

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>		<b>CODIGO</b>	<b>F_04</b>		
			<b>VERSION</b>	<b>0</b>		
<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>			<b>FECHA</b>			
<b>PAGINA 1 DE 1</b>						
<b>Código:</b>	<b>HE-L1-EP-01</b>	<b>Nombre de equipo:</b>	<b>EQUIPO DE PINTURA</b>			
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>						
						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
<p>Equipo de pintura electrostatica que generan un campo magnético tipo corona. El equipo succiona de su depósito el polvo y lo proyecta hacia la pistola de aplicación.</p>						
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Energía (W): 50W  Dimensión (L*W*H): 69*56*52CM  Tipo: Pistola de spray de revestimiento  Condición: 20 años de uso  Voltaje: 100-240V  Sustrato: De aluminio  Certificación: CE </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Revestimiento: Recubrimiento en polvo  Peso: 35KGS  Presion de entrada : 80 PSI  Tensión de entrada: 110-220 50-60 hz  Manguera: 3/8"  Deposito de polvo - Capacidad 5KGS  salida maxima 600 G/Minutos </td> </tr> </table>					Energía (W): 50W Dimensión (L*W*H): 69*56*52CM Tipo: Pistola de spray de revestimiento Condición: 20 años de uso Voltaje: 100-240V Sustrato: De aluminio Certificación: CE	Revestimiento: Recubrimiento en polvo Peso: 35KGS Presion de entrada : 80 PSI Tensión de entrada: 110-220 50-60 hz Manguera: 3/8" Deposito de polvo - Capacidad 5KGS salida maxima 600 G/Minutos
Energía (W): 50W Dimensión (L*W*H): 69*56*52CM Tipo: Pistola de spray de revestimiento Condición: 20 años de uso Voltaje: 100-240V Sustrato: De aluminio Certificación: CE	Revestimiento: Recubrimiento en polvo Peso: 35KGS Presion de entrada : 80 PSI Tensión de entrada: 110-220 50-60 hz Manguera: 3/8" Deposito de polvo - Capacidad 5KGS salida maxima 600 G/Minutos					
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>						
<b>Fabricante</b>	<b>COLO</b>					
<b>Dirección-Teléfono</b>	<b>China--</b>					
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>				

## Anexo 12. Ficha técnica Compresor

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
			VERSION	0
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			FECHA	
			PAGINA 1 DE 1	
Código:	HE-L1-CO-01	Nombre de equipo:	COMPRESOR	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>El compresor de aire es una máquina que comprime el aire o gas, con el fin de aumentar su presión y, posteriormente, distribuirlo hacia otras herramientas, por medio de un agujero de diámetro menor. Este compresor es utilizado para distribuir presión para el funcionamiento del equipo de pintura</p>				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Motor: USA MOTORS Potencia: 3HP /2.2KW Voltaje: 220/440V Corriente: 8,7/4,3A Velocidad: 1710 RPM		Frecuencia: 60Hz Peso: 27 Kg Capacidad del tanque: 200L Pmax: 10Bar		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	USA MOTORS			
Dirección-Teléfono	--			
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 13. Ficha técnica Troqueladora 01

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04										
			VERSION	0										
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		FECHA											
			PAGINA 1 DE 1											
Código:	HE-L1-TQ-01	Nombre de equipo:	TROQUELADORA 01											
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>														
														
<b>DESCRIPCIÓN</b>														
<p>Máquina encargada de ejercer presión sobre un troquel o matriz para cortar o perforar un material. Las troqueladoras se componen de dos elementos básicos, la mesa donde se coloca el material que se quiere cortar, y la superficie móvil que actúa subiéndolo y bajándolo para aplicar el corte.</p>														
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>														
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Fuerza Maxima: 35 Ton</td> <td style="width: 50%;">Motor:</td> </tr> <tr> <td>Curso Graduable: 10 a 80mm</td> <td>Voltaje: 220V</td> </tr> <tr> <td>Alargamiento maximo de la bola: 50mm</td> <td>Potencia: 5Hp</td> </tr> <tr> <td>Golpes por minuto: 110</td> <td>Fases: Trifasico</td> </tr> <tr> <td>Revoluciones por minuto del volante: 110</td> <td>Peso: 1100Kg</td> </tr> </table>					Fuerza Maxima: 35 Ton	Motor:	Curso Graduable: 10 a 80mm	Voltaje: 220V	Alargamiento maximo de la bola: 50mm	Potencia: 5Hp	Golpes por minuto: 110	Fases: Trifasico	Revoluciones por minuto del volante: 110	Peso: 1100Kg
Fuerza Maxima: 35 Ton	Motor:													
Curso Graduable: 10 a 80mm	Voltaje: 220V													
Alargamiento maximo de la bola: 50mm	Potencia: 5Hp													
Golpes por minuto: 110	Fases: Trifasico													
Revoluciones por minuto del volante: 110	Peso: 1100Kg													
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>														
Fabricante	Empresa Metalurgica Andina S A (emasa)													
Dirección-Teléfono	Manizales, Colombia													
Realizado por:		Aprobado por:												

## Anexo 14. Ficha técnica Troqueladora 02

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
			VERSION	0
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		FECHA	
			PAGINA 1 DE 1	
Código:	HE-L1-TQ-02	Nombre de equipo:	TROQUELADORA 02	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>Máquina encargada de ejercer presión sobre un troquel o matriz para cortar o perforar un material. Las troqueladoras se componen de dos elementos básicos, la mesa donde se coloca el material que se quiere cortar, y la superficie móvil que actúa subiéndolo y bajándolo para aplicar el corte.</p>				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
<p>Fuerza Maxima: 15 Ton          Numero de fabricacion: 1075          Numero de motor: 5642556          Modelo: JMM          RPM del volante: 110          Alargamiento max. De bola: 40mm          Recorrido min: 8 Max: 50</p> <p style="text-align: right;">Motor:          Voltaje: 220V          Potencia en kg: 10000          Fases: Trifasico          Peso: 1000Kg</p>				
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
Fabricante	AITOR			
Dirección-Teléfono	España -logroño 222400			
Realizado por:		Aprobado por:		

## Anexo 15. Ficha técnica Troqueladora 03

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>		<b>CODIGO</b>	<b>F_04</b>														
			<b>VERSION</b>	<b>0</b>														
	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>		<b>FECHA</b>															
			<b>PAGINA 1 DE 1</b>															
<b>Código:</b>	<b>HE-L1-TQ-03</b>	<b>Nombre de equipo:</b>	<b>TROQUELADORA 03</b>															
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>																		
																		
<b>DESCRIPCIÓN</b>																		
<p>Máquina encargada de ejercer presión sobre un troquel o matriz para cortar o perforar un material. Las troqueladoras se componen de dos elementos básicos, la mesa donde se coloca el material que se quiere cortar, y la superficie móvil que actúa subiéndolo y bajándolo para aplicar el corte.</p>																		
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>																		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Fuerza Maxima: 20 Ton</td> <td style="width: 50%;">Motor:</td> </tr> <tr> <td>Numero de fabricacion: 576</td> <td>Voltaje: 220V</td> </tr> <tr> <td>Numero de motor: 1080019</td> <td>Potencia en kg: 40000</td> </tr> <tr> <td>Modelo: JMM</td> <td>Fases: Trifasico</td> </tr> <tr> <td>RPM del volante: 90</td> <td>Peso: 2000Kg</td> </tr> <tr> <td>Alargamiento max. De bola: 65mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recorrido min: 8 Max: 80</td> <td></td> </tr> </table>					Fuerza Maxima: 20 Ton	Motor:	Numero de fabricacion: 576	Voltaje: 220V	Numero de motor: 1080019	Potencia en kg: 40000	Modelo: JMM	Fases: Trifasico	RPM del volante: 90	Peso: 2000Kg	Alargamiento max. De bola: 65mm		Recorrido min: 8 Max: 80	
Fuerza Maxima: 20 Ton	Motor:																	
Numero de fabricacion: 576	Voltaje: 220V																	
Numero de motor: 1080019	Potencia en kg: 40000																	
Modelo: JMM	Fases: Trifasico																	
RPM del volante: 90	Peso: 2000Kg																	
Alargamiento max. De bola: 65mm																		
Recorrido min: 8 Max: 80																		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>																		
<b>Fabricante</b>	<b>AITOR</b>																	
<b>Dirección-Teléfono</b>	<b>España -logroño 222400</b>																	
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>																

## Anexo 16. Ficha técnica Prensa Hidráulica

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>		<b>CODIGO</b>	<b>F_04</b>
			<b>VERSION</b>	<b>0</b>
	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>		<b>FECHA</b>	
<b>PAGINA 1 DE 1</b>				
<b>Código:</b>	<b>HE-L1-PH-01</b>	<b>Nombre de equipo:</b>	<b>PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA</b>	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Máquina que sirve para comprimir las asas de las ollas; está compuesta básicamente de dos plataformas rígidas que se aproximan por accionamiento mecánico, hidráulico o manual de una de ellas				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Dimensión (L*W*H): 2550X1600X3350mm		Presión de eliminación: 190 kPa		
Energía (W): 7.5KW		Carrera de deslizamiento: 600 mm		
Peso: 7650 Kg		Carrera de knock-out: 200 mm		
Fuerza nominal: 1000 KN		Luz del día: 880 mm		
Voltaje: 110V/220V/380V		Caída rápida: 120 mm / s		
Presion maxima: 25 Mpa		Retorno: 120 mm / s "		
Velocidad de trabajo: 10-14 mm / s				
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
<b>Fabricante</b>	<b>BEILIN</b>			
<b>Dirección-Teléfono</b>	<b>CHINA</b>			
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

## Anexo 17. Ficha técnica Cizalla

	<b>ALUMINIOS HERCULES</b>		<b>CODIGO</b>	<b>F_04</b>
			<b>VERSION</b>	<b>0</b>
	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>		<b>FECHA</b>	
<b>PAGINA 1 DE 1</b>				
<b>Código:</b>	<b>HE-L1-CZ-01</b>	<b>Nombre de equipo:</b>	<b>CIZALLA</b>	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>Es una máquina herramienta que posee una cuchilla que hace cortes verticales al ejercer presión sobre paquetes de láminas de distintos materiales. Posee un motor eléctrico que le permite ejercer mayor presión</p>				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Dimensiones ( Lxbxh): 0.8x2.2x1.3m Capacidad 2050 x 2mm Con tope manual posterior, sistema de lubricación centralizado Peso 1650kg		Cizalla hidráulica modelo H52 Motor WEG Potencia: 3Hp Capacidad Ga. 16 en 52" Pisadores mecánicos Voltaje; 220v		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
<b>Fabricante</b>	<b>BUMBLER FH</b>			
<b>Dirección-Teléfono</b>	<b>EU</b>			
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

## Anexo 18. Ficha técnica Embutidora

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
			VERSION	0
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		FECHA	
PAGINA 1 DE 1				
<b>Código:</b>	HE-L1-EM-01	<b>Nombre de equipo:</b>	EMBUTIDORA	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
La Prensa embutidora es una maquina de gran tamaño que se encarga de fabricar/ moldear las ollas, reemplazando la tecnica de repulsado en torno.				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Tipo de Prensa: Prensa hidraulica de 4 columnas Modelo: YQ32-200 TON Capacidad: 200 Ton Presión máxima del sistema hidráulico Mpa 25		Voltaje: 380V/220V Motor de la potencia (kw): 11.5 kw Fuerza De regreso (kN):500 kN Peso (T): 5 T Fuerza nominal(kN): 3150kN		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
<b>Fabricante</b>	zhongyou			
<b>Dirección-Teléfono</b>	Shandong, China			
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

## Anexo 19. Ficha técnica Camión

	ALUMINIOS HERCULES		CODIGO	F_04
			VERSION	0
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		FECHA	
PAGINA 1 DE 1				
<b>Código:</b>	HE-L1-CA-01	<b>Nombre de equipo:</b>	CAMION	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Vehículo de transporte de carga, su función es transportar y distribuir los productos e insumos de la empresa				
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>				
Marca: JMC Placa: VIS-131 Modelo: 2009 Capacidad: 3.5 Ton		Mantenimiento cada 5000Km		
<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>				
<b>Fabricante</b>				
<b>Dirección-Teléfono</b>				
<b>Realizado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		