

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL**

#### **PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD) PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR  
EN ELECTROMECAÁNICA**

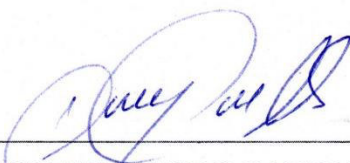
**DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA**

**DIRECTOR: CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE**

**DMQ, septiembre 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



---

**DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA**

**diego.castillo01@epn.edu.ec**

**ferko\_1994@hotmail.com**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA, bajo mi supervisión.



---

**CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE**

**DIRECTOR**

**elizabeth.armas@epn.edu.ec**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación está dedicado a mi madre Yenny y a mi hermano David por haberme apoyado a lo largo de toda mi carrera y a lo largo de toda mi vida.

A mi primo Daniel, por haber estado conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre y a mi hermano por siempre estar presentes.

De igual manera quiero agradecer a la Escuela Politécnica Nacional, a la Escuela de Formación de Tecnólogos y a sus profesores, que quienes con sus conocimientos me formaron como profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general .....	2
1.2 Objetivos específicos .....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
Estrategias de mantenimiento.....	2
Tipos de mantenimiento.....	3
Modelos de mantenimiento.....	3
Datos técnicos de los equipos.....	3
Actividades de mantenimiento.....	4
Plan de mantenimiento basado en RCM.....	4
Determinar fallas técnicas y funcionales del sistema.....	4
Estudio de las consecuencias del fallo.....	5
Determinación de los modos de fallo.....	5
Determinación de medidas preventivas.....	6
Selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.....	6
Selección de frecuencia de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.....	7
Agrupación de las tareas en rutas y rutinas (plan de mantenimiento).....	8
2 METODOLOGÍA.....	9
2.1 Tipos y modelos de mantenimiento de acuerdo con la norma EN 13306.....	10
Norma UNE-EN 13306.....	10
Tipos de mantenimiento.....	10
Modelos de mantenimiento.....	12
2.2 Fichas técnicas de los equipos de la industria.....	15
Fichas técnicas.....	15
2.3 Actividades de mantenimiento basado en RCM.....	15

1.	Determinación de fallos técnicos y funcionales del sistema.....	15
2.	Estudio de las consecuencias del fallo.....	17
3.	Determinación de los modos de fallo. ....	18
4.	Determinación de medidas preventivas. ....	18
5.	Selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.....	19
6.	Selección de frecuencia de las tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.....	21
7.	Agrupación de tareas en rutas y rutinas.....	22
3	RESULTADOS .....	25
3.1.	Recolección de datos y realización de fichas técnicas. ....	25
3.2.	Mantenimiento centrado en confiabilidad. ....	25
	Modelos de mantenimiento.....	26
	Fallos identificados por sistema.....	26
	Modos de fallo identificados por sistema.....	29
	Tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento .....	32
	Frecuencias para las tareas de mantenimiento. ....	34
	Rutinas .....	36
4	CONCLUSIONES.....	38
5	RECOMENDACIONES .....	40
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
7	ANEXOS.....	42
	ANEXO I. Certificado de originalidad.....	42
	ANEXO II. Fichas técnicas de equipos de industria Cabarvill .....	42
	ANEXO III. Los fallos y tipos de fallos de los equipos del área de producción .....	42
	ANEXO IV. Las tareas de mantenimiento .....	42
	ANEXO V. La frecuencia de tareas .....	42
	ANEXO VI. Las rutinas de mantenimiento .....	42
	ANEXO VII. Modelo de mantenimiento asignado a cada equipo del área de producción.....	42
	ANEXO VIII. Certificado de conformidad del trabajo de integración curricular .....	42

## RESUMEN

La industria ecuatoriana Cabarvill ubicada en San Antonio de Pichincha, se dedica al diseño, montaje y construcción de estructuras metálicas. Cabarvill dispone de gran variedad de equipos y maquinaria para realizar proyectos en construcciones metálicas, brindando soluciones integrales con altos estándares de calidad, logrando beneficios para sus clientes, accionistas y trabajadores, con responsabilidad social y medioambiental.

El propósito del presente proyecto es llevar a cabo la gestión de mantenimiento en el área de producción en la industria Cabarvill. Para alcanzar dicho objetivo se estudia la taxonomía y criticidad de los equipos, se realiza un plan de mantenimiento basado en la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM); y, finalmente se realiza el análisis de equilibrio de la carga de trabajo.

Para realizar la taxonomía de los equipos se aplica la norma ISO 14224. Para establecer la criticidad de los equipos se utiliza un método cuantitativo, que clasifica los equipos en críticos, importantes y prescindibles.

Para realizar el plan de mantenimiento basado en la metodología RCM se estudian las estrategias de mantenimiento según la norma EN 13306. Además, se consideran los datos técnicos de los equipos para establecer actividades de mantenimiento que garanticen su disponibilidad.

Para realizar el análisis y equilibrio de la carga de trabajo se elabora un cronograma que considera los siguientes parámetros: equipos, rutinas, frecuencia, horas hombre, número de trabajadores, modelo y tipo de mantenimiento, e indicadores de eficiencia de la industria.

Con este proyecto los estudiantes aplican de manera práctica los conocimientos obtenidos en la materia de Seguridad y Mantenimiento Industrial.

**PALABRAS CLAVE:** Mantenimiento, Equipos, Criticidad, Producción, Industria.



## **ABSTRACT**

The Ecuadorian industry Cabarvill located in San Antonio de Pichincha, is dedicated to the design, assembly and construction of metal structures. Cabarvill has a wide variety of equipment and machinery to carry out metal construction projects, providing integral solutions with high quality standards, achieving benefits for its clients, shareholders and workers, with social and environmental responsibility.

The purpose of this project is to carry out the maintenance management in the production area of Cabarvill industry. To achieve this objective, the taxonomy and criticality of the equipment is studied, a maintenance plan based on the Reliability Centered Maintenance (RCM) methodology is carried out and finally the workload balance analysis is performed.

To perform the taxonomy of the equipment, the ISO 14224 standard is applied. To establish the criticality of the equipment, a quantitative method is used, which classifies the equipment into critical, important and expendable.

To carry out the maintenance plan based on the RCM methodology, maintenance strategies according to EN 13306 are studied. In addition, the technical data of the equipment is considered to establish maintenance activities that guarantee its availability.

In order to analyze and balance the workload, a schedule is prepared that considers the following parameters: equipment, routines, frequency, man hours, number of workers, model and type of maintenance, and industry efficiency indicators.

With this project the students apply in a practical way the knowledge obtained in the subject of Safety and Industrial Maintenance.

**KEY WORDS:** Maintenance, Equipment, Criticality, Production, Industry.

# 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Para el presente proyecto se realiza un plan de mantenimiento basado en la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para el área de producción de la industria Cabarvill. Se estudiaron las estrategias de mantenimiento (modelos y tipos de mantenimiento) de acuerdo con la norma EN 13306. Además, se consideraron los datos técnicos de los equipos para establecer actividades de mantenimiento que aseguren la disponibilidad de los mismos.

La norma EN 13306, fue estudiada con el propósito de determinar el tipo de mantenimiento: correctivo o preventivo. Además, la aplicación de los modelos: básico, condicional, sistemático o de alta disponibilidad.

Las estrategias de mantenimiento parten del análisis de criticidad de los equipos y su disponibilidad dentro del área de producción, dividiéndolos en críticos, importantes y prescindibles con el objetivo de designar el modelo correcto en base a valores de parada y/o costos de reparación.

Las fichas técnicas para el área de producción se realizaron conforme a la información obtenida de los propios equipos tales como: datos generales, valores de referencia, características principales, análisis de criticidad y mantenimiento recomendado por el fabricante.

Una vez realizadas las fichas técnicas se procede a determinar los fallos funcionales y técnicos del sistema, es decir si el equipo deja de cumplir con su función de manera permanente o se evidencia un daño o desperfecto mientras cumple su función. Además, las posibles consecuencias, ya sea a evitar o a amortiguar.

Se establecieron los modos de fallo y las medidas preventivas, ya sean tareas de mantenimiento básico, mejoras, reformas en su instalación o cambios en los procedimientos de mantenimiento y operación.

Se seleccionaron las tareas y las frecuencias (diaria, semanal o mensual) conforme al modelo de mantenimiento asignado a cada equipo. Las frecuencias para cada tarea se establecieron en base a fuentes de información como: datos históricos de fallos, criterios del fabricante, la vida útil del componente o experiencias brindadas por los técnicos de mantenimiento.

Finalmente, se agrupan las tareas en rutas y rutinas, ya sean estas referidas a la misma área, al mismo equipo, por frecuencias de realización o si una tarea debe de ser realizada por un profesional de la misma especialidad con el fin de facilitar su ejecución.

## **1.1 Objetivo general**

Gestionar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para el área de producción de la industria Cabarvill.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Estudiar los tipos y modelos de mantenimiento de acuerdo con la norma EN 13306.
2. Elaborar fichas técnicas de los equipos de la industria.
3. Establecer las actividades de mantenimiento basado en RCM.

## **1.3 Alcance**

El plan de mantenimiento basado en la metodología RCM se realiza en base al estudio de la criticidad y taxonomía de los equipos del área de producción de la industria Cabarvill. Para determinar los tipos y modelos de mantenimiento se aplica la norma EN 13306. Se elaboran las fichas técnicas para cada equipo presente en el área de producción. Para establecer las actividades de mantenimiento se analizan las recomendaciones brindadas por el fabricante de los equipos y se elabora el plan de mantenimiento de acuerdo con la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

## **1.4 Marco teórico**

A continuación, se presentan los criterios teóricos más importantes para realizar el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para el área de producción de la industria Cabarvill.

### **Estrategias de mantenimiento.**

El mantenimiento es una sucesión de procedimientos técnicos, administrativos y de gestión destinadas a que un activo desempeñe su función, por ende, una estrategia de mantenimiento mejora las operaciones de un sistema y reduce los costos.

Según la norma EN 13306, una estrategia de mantenimiento es una metodología de gestión utilizada con el propósito de alcanzar los objetivos del mantenimiento [1].

## **Tipos de mantenimiento.**

La norma EN 13306 posee un extenso listado sobre los tipos de mantenimiento, pero al momento de aplicar un mantenimiento centrado en confiabilidad se emplean dos tipos de mantenimiento básico, que son:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

## **Modelos de mantenimiento.**

Los modelos de mantenimiento son usados a partir de un análisis de criticidad con el objetivo de clasificar los equipos en función a su nivel de disponibilidad e importancia, clasificándolos en:

- Modelo básico.
- Modelo condicional.
- Modelo sistemático.
- Modelo de alta disponibilidad.

## **Datos técnicos de los equipos.**

Los datos técnicos es la información básica de cada equipo como:

- Datos generales.
- Características principales (especificaciones técnicas).
- Valores de referencia (temperatura, consumo energético, etc.).
- Taxonomía y análisis de criticidad del equipo.
- Modelo de mantenimiento aconsejable (justificación).
- Si requiere certificaciones y/o calibraciones.
- Si requiere de subcontratos a fabricantes.
- Consumibles necesarios (lubricantes, repuestos, etc.).

Esta información es resumida en una ficha técnica, en el caso de no existir un formato generalizado, es diseñada por el técnico a cargo en función de las características y del tipo de equipo que se presente.

## **Actividades de mantenimiento.**

Para establecer las actividades de mantenimiento se considera el origen de la información, como:

- Recomendaciones del fabricante.
- Experiencia de la compañía.
- RCM.
- Optimización de mantenimiento planeado (PMO).
- Bases de datos externas (OREDA).

## **Plan de mantenimiento basado en RCM.**

Para realizar un plan de mantenimiento basado en metodología (RCM) se sigue los siguientes pasos [4]:

1. Determinación de las fallas técnicas y funcionales del sistema.
2. Estudio de las consecuencias del fallo (a evitar o a amortiguar).
3. Determinación de los modos de fallo.
4. Determinación de medidas preventivas.
5. Selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.
6. Determinación de las frecuencias óptimas para cada tarea.
7. Agrupación de tareas en rutas y rutinas.

## **Determinar fallas técnicas y funcionales del sistema**

En un plan de mantenimiento basado en la metodología (RCM) se estudian dos conceptos básicos que son:

- Fallos
- Modos de fallo.

Un fallo es definido como la impericia de un bien o activo de realizar acciones que su usuario quiere que ejecute [2]. Es decir, cuando un equipo presenta un fallo no realiza su trabajo de manera normal.

Mientras que un modo de fallo se establece como un método que define la incapacidad de un equipo para ejecutar una función que requiere o solicita [3]. Es decir, cualquier evento o situación que cause que un proceso o sistema falle.

En base a la funcionalidad del equipo, se determinan fallos en un equipo o sistema, tales como:

**Fallo funcional:** El equipo deja de cumplir su función total o parcialmente.

**Fallo técnico:** Se evidencia un daño mientras el equipo sigue funcionando.

### **Estudio de las consecuencias del fallo.**

Los fallos de un equipo se evitan o amortiguan, todo depende de la disponibilidad del equipo y del modelo de mantenimiento asignado a cada uno de ellos, como se da a conocer en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Fallos en función de la disponibilidad del equipo [4].

<b>Consecuencias</b>	<b>Fallos a evitar</b> <b>Fallos a amortiguar</b>
Equipos de alta disponibilidad	Fallos funcionales: EVITAR Fallos técnicos: AMORTIGUAR
Equipos con mantenimiento sistemático	Fallos funcionales: EVITAR Fallos técnicos: AMORTIGUAR
Equipos con modelo condicional	Fallos funcionales: AMORTIGUAR Fallos técnicos: AMORTIGUAR
Equipos con modelo básico	No se estudian

### **Determinación de los modos de fallo.**

Para determinar los modos de fallo se especifica el equipo, el sistema y el tipo de fallo (funcional y/o técnico). Con esa información se determina por medio de una breve descripción el modo de fallo, es decir cual o cuales son los eventos que evita que el equipo cumpla su función de manera normal.

Los modos de fallo determinan si son fallas a evitar o a amortiguar todo depende del tipo de fallo y de la disponibilidad del equipo.

### **Determinación de medidas preventivas.**

La realización de medidas preventivas contribuye a evitar a corto y largo plazo que posibles daños se presenten en los equipos. Es decir, realizar tareas de mantenimiento con el fin de garantizar un funcionamiento estable del mismo, tales como [4]:

- Inspecciones visuales y funcionamiento adecuado.
- Lubricación de partes (si el equipo lo requiere).
- Inspecciones y revisiones predictivas.
- Ajustes y limpiezas sistemáticas.
- Ajustes y limpiezas condicionales.
- Situación y revisión de partes.

Si realizando dichas tareas el equipo aún posee defectos u opera de manera irregular se recomienda realizar:

- Mejoras en la instalación.
- Cambios o modificaciones en los procesos de operabilidad.
- Cambio en los procedimientos de mantenimiento.

### **Selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.**

En la Tabla 1.2. se definen las tareas de mantenimiento en función al modelo de mantenimiento asignado a cada equipo.

**Tabla 1.2.** Tipos de tareas respecto al modelo de mantenimiento [4].

Tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento en los que se emplea esta clase de tarea			
	Básico	Condicional	Sistemático	Alta disponibilidad
Inspecciones visuales	Básico	Condicional	Sistemático	Alta disponibilidad
Tareas de lubricación	Básico	Condicional	Sistemático	Alta disponibilidad
Verificaciones en operación	Básico	Condicional	Sistemático	Alta disponibilidad
Supervisiones predictivas		Condicional	Sistemático	Alta disponibilidad
Ajustes y limpiezas por condición		Condicional	Sistemático	Alta disponibilidad
Ajustes y limpiezas sistemáticas		Condicional	Sistemático	Alta disponibilidad
Sustituciones de piezas			Sistemático	Alta disponibilidad
Grandes revisiones				Alta disponibilidad

### **Selección de frecuencia de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.**

Para determinar las frecuencias con las que se realiza cada tarea se toma en cuenta información como:

- Datos históricos.
- Opiniones de fabricante
- Intervalo P – F
- Vida útil del componente

La información obtenida determina la frecuencia al realizar las tareas, ya sea diaria, semanal o mensual.

Se considera que existen fallas relacionadas con la edad del equipo, es decir que estén asociadas con la fatiga, la oxidación, la corrosión y/o la evaporación.



La frecuencia de las tareas, se considera en su mayor parte por las opiniones del fabricante, ya que es información de manejo sencillo, además, los manuales del equipo y las páginas web de los fabricantes revelan métodos de mantenimiento, posibles fallas y soluciones eficaces.

### **Agrupación de las tareas en rutas y rutinas (plan de mantenimiento).**

La agrupación de tareas es importante y al mismo tiempo ayuda con la organización de los equipos. Es decir, se organizan los equipos ya sea por la misma área, el mismo equipo, la misma especialidad o por frecuencias de realización.

- **Tareas referentes a la misma área.** Se agrupan todas las tareas comprendidas dentro de un área idéntica. Esto da lugar a varias gamas o rutas del área de producción, rutinas de la zona X, etc.
- **Tareas referentes al mismo equipo.** Se obtiene, por ejemplo, las gamas del generador.
- **Tareas que deben realizarse por expertos de la misma especialidad o campo.** Se tienen rutinas mecánicas, eléctricas, electrónicas, de instrumentación, etc.
- **Tareas agrupadas por frecuencias de realización.** Se establecen rutinas diarias, semanales, mensuales, etc.

Al desarrollar un listado de tareas según el plan de mantenimiento es rentable reunir las con el objetivo de agilizar y organizar la ejecución de cada una de ellas.

La agrupación y organización de tareas, son denominadas de igual manera rutinas o gamas de mantenimiento [4].

## 2 METODOLOGÍA

El Desarrollo de este plan de mantenimiento basado en la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) fue basada en una investigación aplicada, considerando los conocimientos alcanzados a lo largo de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica. Se aplicaron conocimientos de Electricidad, Máquinas Eléctricas y Mantenimiento Industrial.

En la Figura 2.1. se da a conocer el esquema de la metodología empleada para el desarrollo del componente de un plan de mantenimiento basado en metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).

Para realizar el plan de mantenimiento basado en la metodología RCM en el área de producción, se estudiaron las estrategias de mantenimiento (tipos y modelos de mantenimiento) de acuerdo con la norma EN 13306. Además, se consideraron los datos técnicos de los equipos para determinar las actividades de mantenimiento que garanticen la disposición de los mismos.

Las fichas técnicas se realizaron a partir de un inventario proporcionado por la industria Cabarvill con el objetivo de conocer los equipos que posee, su organización y su disponibilidad en el área de producción.

Las actividades de mantenimiento, son una serie de procedimientos que deben cumplirse de acuerdo al tipo de mantenimiento; es decir, se precisaron los fallos y los tipos de fallo en cada uno de los equipos y sus posibles consecuencias.

Para determinar los modos de fallo fue fundamental saber la criticidad y el tipo de fallo que tiene el equipo, con esta información se elaboraron las medidas preventivas, es decir, tareas de mantenimiento que deben ejecutarse al presentarse un fallo ya sea técnico o funcional.

Se seleccionaron las tareas de mantenimiento y se ejecutaron en función del modelo de mantenimiento asignado a cada equipo y su disponibilidad dentro del área de producción.

Para determinar las frecuencias de las tareas se consultaron en varios manuales de equipos; además de las recomendaciones del fabricante, que definió los intervalos de tiempo necesarios para realizar tareas de mantenimiento.

Finalmente, se agruparon las tareas en rutas y rutinas orientadas a equipos que realizan la misma o similar función y que pertenecen al mismo sistema, con el objetivo de facilitar su ejecución.



**Figura 2.1.** Esquema de metodología

## **2.1 Tipos y modelos de mantenimiento de acuerdo con la norma EN 13306.**

En esta sección se define la terminología y definiciones aplicadas en mantenimiento y que se usaron en el desarrollo de la metodología RCM.

### **Norma UNE-EN 13306**

La UNE-EN 13306 (Terminología del mantenimiento) es una norma española autorizada por el Comité Europeo de Normalización (CEN), su objetivo es determinar los términos generales empleados en todos los tipos de mantenimiento, independientemente del tipo de elemento considerado.

La terminología presente en esta norma expresa que el mantenimiento no está limitado solamente a las acciones técnicas, al contrario, comprenden un sinnúmero las actividades como planificación, procesos administrativos y muchas otras [1].

### **Tipos de mantenimiento.**

Se estudiaron los tipos de mantenimiento según la norma EN 13306 con el objetivo de comprenderlos y aplicarlos posteriormente en la metodología RCM, así se garantiza el uso de terminología técnica estandarizada.

En la Tabla 2.1. se presentan los tipos de mantenimiento que son aplicados mediante la metodología RCM.

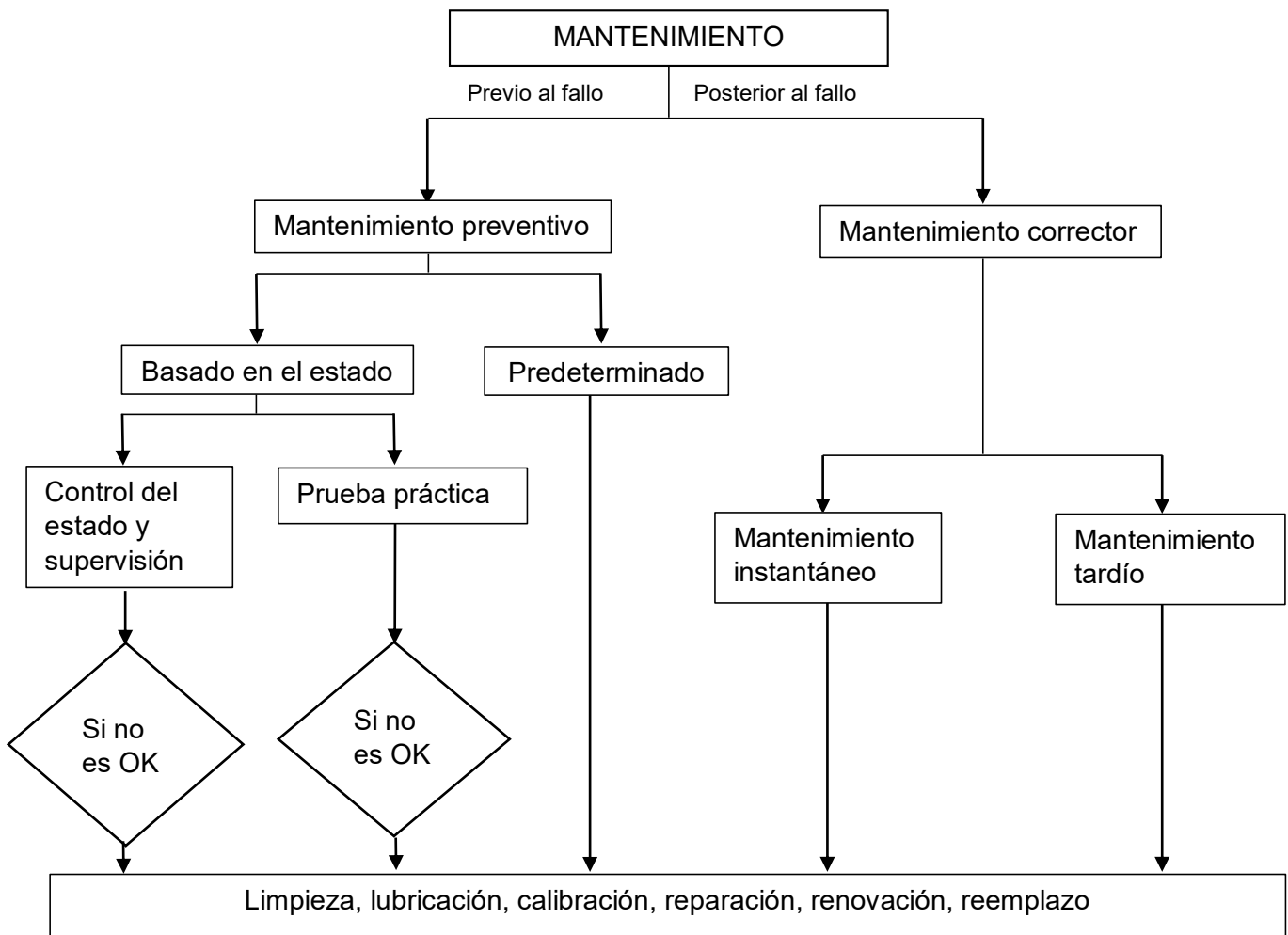
**Tabla 2.1.** Tipos de mantenimiento

<b>Mantenimiento preventivo</b>	Mantenimiento que se ejecuta a determinados intervalos o acorde a métodos establecidos y su objetivo principal es disminuir la probabilidad de fallo o el deterioro de la operatividad de un elemento.
<b>Mantenimiento predeterminado (Sistemático)</b>	Mantenimiento que se ejecuta a determinados intervalos, pero no se realiza una investigación previa de su condición.
<b>Mantenimiento por condición (programado o bajo demanda)</b>	Mantenimiento preventivo que está compuesto por un control de condición, inspecciones, análisis y acciones de mantenimiento.
<b>Mantenimiento predictivo</b>	Mantenimiento fundamentado por la condición en que se ejecuta, en función a una predicción que se logra a partir del análisis repetitivo de una característica conocida y de una valoración de parámetros relevantes acerca del deterioro de un elemento.
<b>Mantenimiento correctivo (Inmediato o urgente)</b>	Mantenimiento ejecutado luego de identificar una avería, esto con la finalidad de colocar un activo en una situación en la que se efectúe su función requerida.
<b>Mantenimiento correctivo planificado (pospuesto o programable)</b>	Mantenimiento realizado después de identificar una avería, pero están previstos los recursos necesarios para ejecutarlo.

En la Tabla 2.1. se mostraron varios tipos de mantenimiento, pero hay dos tipos de mantenimiento básico que son:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

En la Figura 2.2. se presentan los dos tipos de mantenimiento básico en función de los fallos del sistema ya sean antes o después de que ocurran y que medidas se toman en respuesta a ello.



**Figura 2.2.** Diagrama de flujo del tipo de mantenimiento en función del fallo [5].

### **Modelos de mantenimiento.**

Se estudiaron los modelos de mantenimiento de acuerdo al nivel de importancia de los equipos, ya sean críticos, importantes o prescindibles se aplica un modelo de mantenimiento. En la Tabla 2.2. se muestran los modelos y las actividades de acuerdo al análisis de criticidad de los equipos.

Es importante destacar que toda empresa posee un modelo básico de mantenimiento, aunque no tenga un plan o un cronograma establecido.

**Tabla 2.2.** Modelos de mantenimiento.

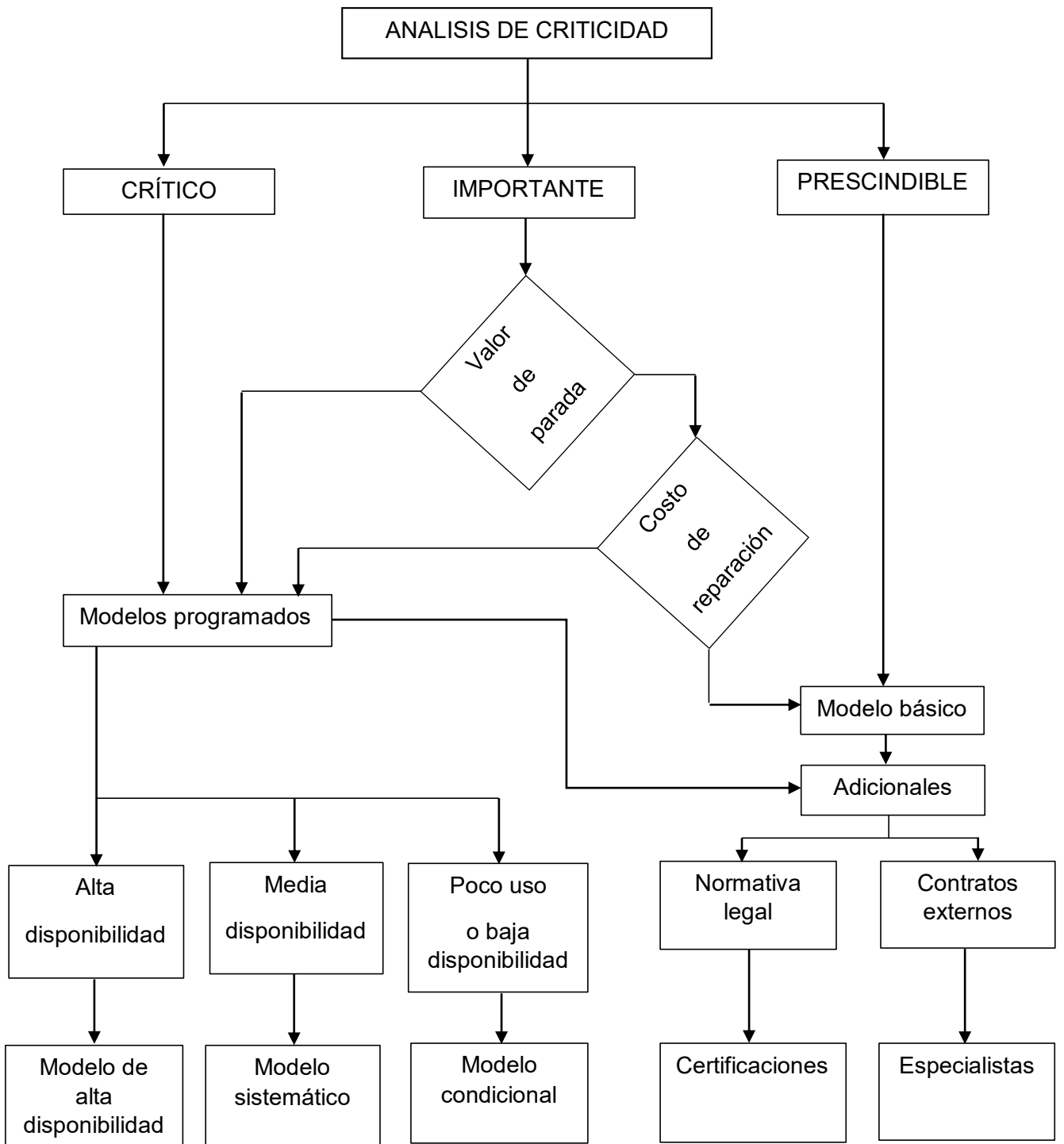
<b>Modelo básico</b>	<b>Modelo sistemático</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecciones visuales.</li> <li>- Lubricación.</li> <li>- Reparación de averías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecciones visuales.</li> <li>- Lubricación.</li> <li>- Reparación de averías.</li> <li>- Mantenimiento condicional.</li> <li>- Mantenimiento preventivo sistemático.</li> </ul>
<b>Modelo condicional</b>	<b>Modelo de alta disponibilidad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecciones visuales.</li> <li>- Lubricación.</li> <li>- Reparación de averías.</li> <li>- Mantenimiento condicional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspecciones visuales.</li> <li>- Lubricación.</li> <li>- Reparación de averías.</li> <li>- Mantenimiento condicional</li> <li>- Mantenimiento preventivo sistemático.</li> <li>- Puesta a cero en fecha determinada (Parada).</li> </ul>

El análisis de criticidad revela la importancia de los equipos en la industria y los clasifica en: críticos, importantes y prescindibles. Esta información es determinada en base al nivel de disponibilidad como se evidencia la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Disponibilidad de los equipos.

Crítico	Mayor al 90 %
Importante	Entre el 40 % y 90 %
Prescindible	Menor al 40 %

Dichos porcentajes son entregados por el área producción, los que definen que equipo tiene mayor o menor relevancia dentro de la planta. En base a esta información, el costo de reparación y/o el valor de parada definen cuál es el modelo de mantenimiento óptimo para el equipo, como se da a conocer en la Figura 2.3.



**Figura 2.3.** Diagrama de flujo que determina el modelo de mantenimiento.

## **2.2 Fichas técnicas de los equipos de la industria.**

A continuación, se detalla el procedimiento para la elaboración de fichas técnicas para los equipos del área de producción de la industria Cabarvill.

### **Fichas técnicas**

Las fichas técnicas se elaboraron a partir de un inventario proporcionado por la industria y mediante una recopilación de información adicional de los equipos del área de producción, con el objetivo de organizar y describir de manera detallada sus características técnicas.

Las fichas se realizaron con un formato establecido por la industria Cabarvill, la que cuenta con los siguientes parámetros:

- **Datos del equipo:** Fecha, sistema, número del equipo, nombre del equipo, área, código, fabricante, especificaciones adicionales y fotografía del equipo.
- **Características del equipo:** Información relevante del equipo en el ámbito eléctrico, electrónico y/o mecánico.
- **Información del proveedor:** En caso de proveedores especializados o necesitar servicio técnico.

En el Anexo II se muestran las fichas técnicas de cada equipo presente en el área de producción.

## **2.3 Actividades de mantenimiento basado en RCM.**

En esta sección se aplicaron los procedimientos básicos para ejecutar una metodología RCM.

### **1. Determinación de fallos técnicos y funcionales del sistema.**

Los fallos se determinaron a partir de una inspección visual y funcional a los equipos presentes en el área de producción y se complementaron con información obtenida de los manuales de los equipos.

Dicha información fue organizada en base a los sistemas en los que se encuentran agrupados los equipos, que son:



- Sistema de corte.
- Sistema de compresión.
- Sistema de generación.
- Sistema de soldadura.

Posteriormente se realizaron tablas en las que se puntualiza los siguientes aspectos:

- Sistema.
- Equipo.
- Descripción de fallo.
- Tipo de fallo.

A continuación, se muestra un ejemplo en la Tabla 2.4. que evidencia los tipos de fallos (técnicos y/o funcionales) en equipos del sistema de generación.

**Tabla 2.4** Descripción de los tipos de fallo del sistema de generación.

<b>Sistema</b>	<b>Equipo</b>	<b>Descripción de fallo</b>	<b>Tipo de fallo</b>
<b>Sistema de generación</b>	<b>Generador combustible diésel</b>	El generador no enciende	Funcional
		El generador se sobre calienta	Técnico
		Problemas en el motor	Técnico
		Produce poca energía	Técnico

En el Anexo III se muestra la información completa de los tipos de fallos en todos los sistemas del área de producción.

## 2. Estudio de las consecuencias del fallo.

Se estudiaron las implicaciones de los fallos de acuerdo con el modelo de mantenimiento y la disposición de los equipos. En base a ello se determinaron si los fallos se deben evitar o amortiguar.

La información sobre la disponibilidad fue proporcionada por el área de producción y posteriormente organizada en función del sistema al que pertenece el equipo, como se evidencia en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5.** Disponibilidad de los equipos.

<b>Sistema</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Disponibilidad</b>
<b>Sistema de corte</b>	Amoladora	6	Media
	Atornilladora neumática	3	Baja
	Cizalla	1	Baja
	Caladora	1	Baja
	Cortadora de madera	1	Baja
	Cortadora de plasma	2	Baja
	Esmeril	1	Media
	Lijadora de cinta neumática	1	Baja
	Lijadora de cinta	1	Baja
	Lijadora orbital	1	Baja
	Pistola de impacto	2	Baja
	Pistola de clavos	1	Baja
	Máquina roscadora	1	Baja
	Máquina CNC	1	Baja
	Pulidora	1	Baja
	Pulidora neumática	1	Baja
	Grapadora neumática	2	Baja
	Sierra de cinta	1	Baja
	Taladro	4	Media
	Taladro de pedestal	2	Media
	Taladro atornillador	2	Baja
	Taladro de impacto	1	Baja
	Taladro electromagnético	2	Baja
	Pintadora	1	Media
Tronzadora	1	Baja	
<b>Sistema de compresión</b>	Compresor de pistón	5	Media
	Compresor de tornillo	1	Baja
<b>Sistema de generación</b>	Generadores a diésel	3	Media
<b>Sistema de soldadura</b>	Devanador	9	Media
	Refrigerador	9	Alta
	Soldadora	30	Alta

### 3. Determinación de los modos de fallo.

Los modos de fallo se establecieron a partir del análisis de criticidad, la disponibilidad y los tipos de fallo que presenta el equipo.

Esta información es una ampliación a los cuadros realizados en la determinación de los fallos técnicos y funcionales, se puntualiza y complementa con los siguientes aspectos:

- Descripción del modo de fallo
- Clasificación

A continuación, en la Tabla 2.6. se evidencia un ejemplo con información acerca de la descripción y la determinación de los modos de fallo en un sistema.

**Tabla 2.6.** Descripción de los tipos y modos de fallo del sistema de generación.

Sistema	Equipo	Descripción de fallo	Tipo de fallo	Descripción del modo de fallo	Clasificación
Sistema de generación.	Generador combustible diésel.	El generador no enciende.	Funcional	Falla en la batería.	A evitar
				Aire en el sistema de combustible.	A evitar
				Protecciones eléctricas disparadas.	A evitar
				Fusibles fundidos.	A evitar
		El generador se sobre calienta.	Técnico	Escasez de refrigerante.	A amortiguar
		Problemas en el motor.	Técnico	Presión de combustible incorrecta.	A amortiguar
				Filtro de aire obstruido o dañado.	A amortiguar
Produce poca energía.	Técnico	Conexiones sueltas o daños en conexiones.	A amortiguar		

En el Anexo III se muestra la información completa de los tipos de fallos en todos los sistemas del área de producción.

### 4. Determinación de medidas preventivas.

Las medidas preventivas se realizaron a partir de los modos y tipos de fallo que posee el equipo en base el modelo de mantenimiento asignado.

Al conocer la información acerca de los tipos de fallos que tienen los equipos de un sistema se puede asignar una variedad de tareas de mantenimiento en las que se destacan las siguientes:

- Inspecciones visuales y funcionamiento adecuado.
- Lubricación de partes.
- Inspecciones y revisiones predictivas.
- Ajustes y limpiezas sistemáticas.
- Ajustes y limpiezas condicionales.
- Situación y revisión de partes.

Dado el caso que algún equipo o sistema pueda presentar fallo a pesar de haber realizado las tareas de mantenimiento, se puede complementar con otras actividades tales como:

- Mejoras en la instalación.
- Cambios o modificaciones en los procesos de operación.
- Cambio en los procesos de mantenimiento.

Estos complementos fueron aplicados solamente donde se observaron instalaciones eléctricas deficientes, ambientes inadecuados de trabajo y una mala manipulación de los equipos.

## **5. Selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.**

Las tareas de mantenimiento se seleccionaron a partir del modelo de mantenimiento y los modos de fallo del equipo, conjuntamente con la determinación de sus medidas preventivas.

La información fue organizada en base a cada uno de los equipos de los diferentes sistemas en los que se puntualizaron los modos de fallos y sus medidas preventivas, tales como:

- Tareas de mantenimiento.
- Mejoras.
- Procedimientos de producción.
- Procedimientos de mantenimiento.

A continuación, en la Tabla 2.7. se muestra un ejemplo en el que contiene las tareas de mantenimiento y mejoras a partir del modo de fallo del equipo.

**Tabla 2.7.** Selección de medidas preventivas del sistema de generación

Modo de fallo	Medidas preventivas			
	Tareas de Mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de producción	Procedimientos de mantenimiento
Falla en la batería	Verificar que la batería cuenta con la carga correcta.			
	Comprobar que no exista ningún tipo de conexión suelta.			
Aire en el sistema de combustible			Realizar pruebas de manera periódica para evitar que entre aire a la cámara de combustión.	Llevar una bitácora de cada cuanto se encienden los generadores.
Protecciones eléctricas disparadas	Verificar que las protecciones eléctricas no estén disparadas.			
	Comprobar que todas las protecciones se encuentren en buen estado.			
Fusibles fundidos	Comprobar que los fusibles estén en pleno funcionamiento.		Notificar sí es que algún fusible se quemó, ya que la máquina no puede funcionar sin protección.	Revisar en el manual cual es el amperaje adecuado para los fusibles.
Escasez de refrigerante	Comprobar si el generador tiene un aumento anormal de temperatura.			Comprobar si el generador es enfriado por refrigerante o por sistemas de aire.
Presión de combustible incorrecta	Verificar niveles correctos de combustible.		Mientras esté funcionando el generador no debe moverse o manipular de manera abrupta.	
Filtro de aire obstruido o dañado	Comprobar si los filtros de aire no están obstruidos, si es así, limpiarlos.			
Conexiones sueltas o daños en conexiones	Comprobar que el cableado siempre este en el lugar correcto.		No manipular de forma abrupta el cableado ya que puede ocasionar rupturas o daños.	

En el Anexo IV se muestra de manera completa los cuadros realizados en base a las medidas preventivas de los equipos.

## 6. Selección de frecuencia de las tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento.

Las frecuencias de las tareas se determinaron a través de dos aspectos principales como lo son:

- Opiniones de fabricante.
- Información de manuales.

Esta información fue estudiada y organizada con el objetivo de conocer que tareas deben realizarse en función de un tiempo establecido de acuerdo a la disponibilidad del equipo y del modelo de mantenimiento asignado, este tiempo puede ser:

- Diario.
- Semanal.
- Mensual.

A continuación, en la Tabla 2.8. se da a conocer un ejemplo en el que contiene las frecuencias de las tareas conforme al modelo de mantenimiento.

**Tabla 2.8** Selección frecuencia de tareas en el sistema de generación

Frecuencia	Equipo funcional	Tarea
<b>Diaria</b>	Generador a diésel	Comprobar que no exista ningún tipo de conexión suelta.
		Verificar que las protecciones eléctricas no estén disparadas.
		Comprobar si el generador tiene un aumento anormal de temperatura.
		Verificar niveles correctos de combustible.
		Comprobar que el cableado siempre este en el lugar correcto.
<b>Semanal</b>	Generador a diésel	Comprobar que los fusibles estén en pleno funcionamiento.
		Comprobar si los filtros de aire no están obstruidos, si es así, limpiarlos.
<b>Mensual</b>	Generador a diésel	Verificar que la batería cuenta con la carga correcta.
		Comprobar que todas las protecciones se encuentren en buen estado.

En el Anexo V se muestra de manera completa los cuadros realizados en base a la selección de la frecuencia de tareas.

## **7. Agrupación de tareas en rutas y rutinas.**

Las tareas fueron agrupadas en rutas y rutinas a través de dos aspectos principales como son:

- Las frecuencias de realización de las tareas.
- El mantenimiento asignado a cada equipo.

Esta información fue organizada en cuadros para su sencilla ejecución y que establecieron en que tiempo debe ejecutarse, es decir:

- Diaria.
- Semanal.
- Mensual.

En dichos cuadros se agregaron varios aspectos informativos en las que se proporcione datos como:

- Instalación a revisar o inspeccionar.
- Sistema a inspeccionar.
- Operador.
- Hora de inicio.
- Hora de finalización.
- Herramientas.
- Equipo de protección personal.
- Medidas preventivas y riesgos de trabajo.
- Firma del operador.

Todos los puntos mencionados anteriormente tienen como objetivo llevar un control y una organización de las tareas mantenimiento que se realizaron según las frecuencias programadas, cumpliendo cada una de ellas minuciosamente.

A continuación, en la Tabla 2.9. se evidencia un ejemplo en la que contiene una ficha de inspección general que agrupa las rutinas de acuerdo a la frecuencia diaria y tareas mantenimiento del sistema de compresión.



<b>GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	HOJA: 1/1
	FRECUENCIA: DIARIA
<b>INSPECCIÓN GENERAL DIARIA</b>	FECHA:
	ESPECIFICACIÓN: PREVENTIVO

INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: ÁREA DE PRODUCCIÓN		
SISTEMA A INSPECCIONAR O REVISAR: COMPRESIÓN		
OPERARIO:		
HORA DE INICIO:	HORA FINAL:	T. NORMAL:

<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN</b>

<b>RIESGOS DE TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>FIRMA DEL OPERARIO</b>

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
<b>COMPRESOR DE PISTÓN</b>	Comprobar que el manómetro del compresor funcione de manera correcta y marque la presión adecuada
	Comprobar que el motor arranque cuando baje la presión del tanque.
	Inspección visual si no existen fugas de aceite en el compresor
	Verificar que no se sobrecaliente el compresor.
	Verificar que no haya partículas de aceite en la línea de aire.
	Comprobar que no existan ruidos anormales en el equipo
	Comprobar que no exista fugas de aire en conexiones, magueras o tubos.
<b>COMPRESOR DE TORNILLO</b>	Inspección visual si no existen fugas de aceite en el compresor
	Comprobar que el manómetro del compresor funcione de manera correcta y marque la presión adecuada
	Comprobar que el aire saliente no tenga una temperatura alta.
	Comprobar que no existan fugas de aire en conexiones, magueras o tubos.
	Comprobar que no haya un ruido anormal en las juntas de tornillo.
	Verificar que no haya partículas de aceite en la línea de aire.
	Verificar que no se sobrecaliente el compresor.
<b>OBSERVACIONES:</b>	

Dado que las fichas de inspección se manejan en función al sistema. Se realizaron fichas de control por equipo, la que contiene información como:



- Área a inspeccionar.
- Sistema a inspeccionar.
- Operador.
- Código del equipo.
- Descripción del equipo.
- Resultados de la inspección.

Las fichas de control por equipo en conjunto con las fichas de inspección general garantizan que todos los equipos de todos los sistemas sean revisados acorde a la frecuencia establecida.

A continuación, en la Tabla 2.10. se evidencia un ejemplo en la que contiene una ficha de control por equipo del sistema de compresión.

**Tabla 2.10.** Ficha de control por equipo del sistema de compresión.

	<b>GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	HOJA: 1/1
		FRECUENCIA:
	<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO</b>	FECHA:
<b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>		
<b>SISTEMA A INSPECCIONAR O REVISAR: COMPRESIÓN</b>		
<b>OPERARIO:</b>		
<b>LISTA DE EQUIPOS SOMETIDA A INSPECCIÓN</b>		
CODIGO	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN
CV-AP-CP-ECN1	COMPRESOR DE PISTÓN	
CV-AP-CP-ECN2	COMPRESOR DE PISTÓN	
CV-AP-CP-ECN3	COMPRESOR DE PISTÓN	
CV-AP-CP-ECN4	COMPRESOR DE PISTÓN	
CV-AP-CP-ECN5	COMPRESOR DE PISTÓN	
CV-AP-CP-ECT1	COMPRESOR DE TORNILLO	

En el Anexo VI se muestran de manera completa las fichas de inspección general y las fichas de control por equipo realizadas en base a la agrupación en rutas y rutinas.

### 3 RESULTADOS

Mediante el estudio de la norma EN 13306, visitas a la planta y la recolección de datos de los equipos, se implementaron diversos procedimientos para la realización de un mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

#### 3.1. Recolección de datos y realización de fichas técnicas.

El área de producción de la industria Cabarvill cuenta con noventa y ocho (98) equipos en operación, divididos en cuatro sistemas distintos, que son:

- Soldadura
- Corte
- Generación.
- Compresión.

A partir de una inspección a los equipos, información de manuales de operación y de los datos adicionales que brindó el área de mantenimiento, se realizaron las fichas técnicas para cada equipo organizándolas por sistema, como se evidencia en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Fichas técnicas realizadas

<b>Sistema</b>	<b>Número de fichas técnicas</b>
Soldadura	48
Corte	41
Generación	3
Compresión	6

#### 3.2. Mantenimiento centrado en confiabilidad.

El mantenimiento centrado en confiabilidad fue realizado con el objetivo de que los equipos del área de producción de la industria Cabarvill tengan un mayor tiempo de duración mediante la aplicación de rutinas y planes de mantenimiento preventivo.

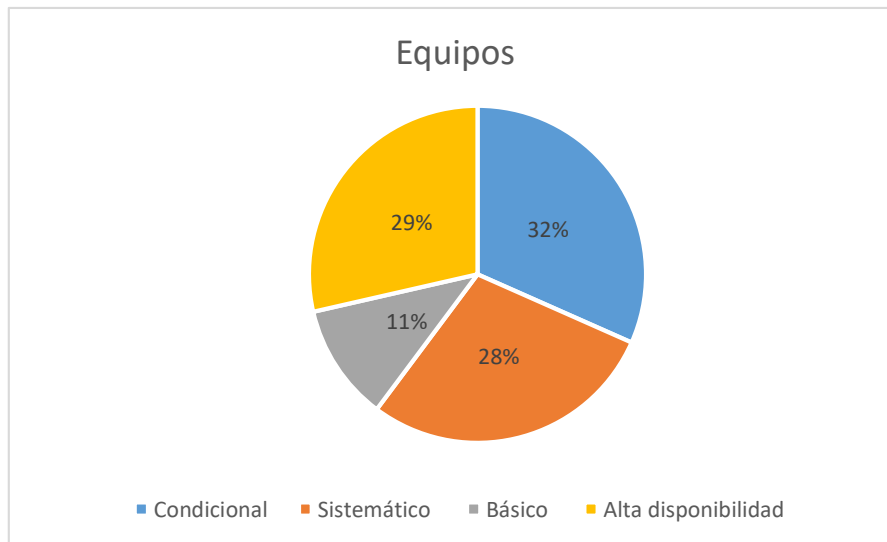
### **Modelos de mantenimiento.**

El modelo de mantenimiento que fue asignado a cada uno de los equipos, consideró dos aspectos principales, que son:

- Disponibilidad del equipo.
- Criticidad del equipo.

En función de los puntos anteriores fue asignado el modelo óptimo a cada equipo, como se evidencia en el Anexo VII.

La tabla mostrada en el Anexo VII, definió que los modelos de alta disponibilidad, condicional y sistemático tienen una mayor aplicación, mientras el modelo básico poca relevancia, como se muestra en la Figura 3.1.



**Figura 3.1.** Porcentaje de equipos por modelo de mantenimiento.

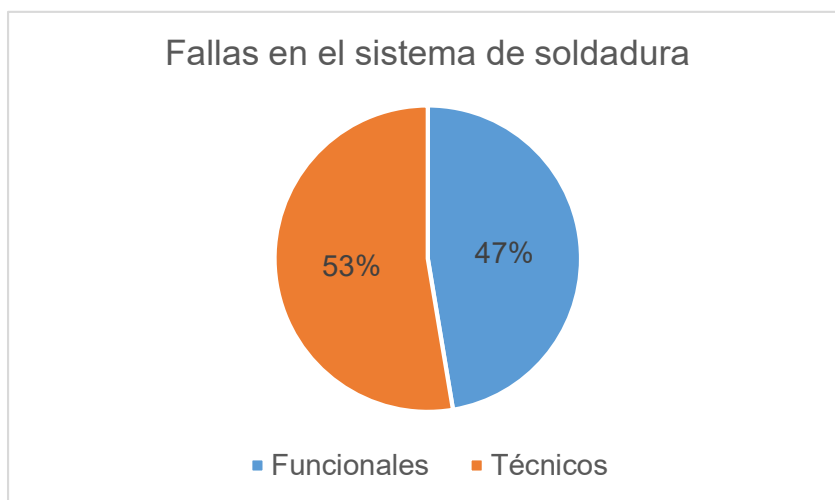
### **Fallos identificados por sistema.**

Los fallos se identificaron a través de:

- Manuales de equipos.
- Opiniones del fabricante.
- Experiencias de operadores del área de mantenimiento.

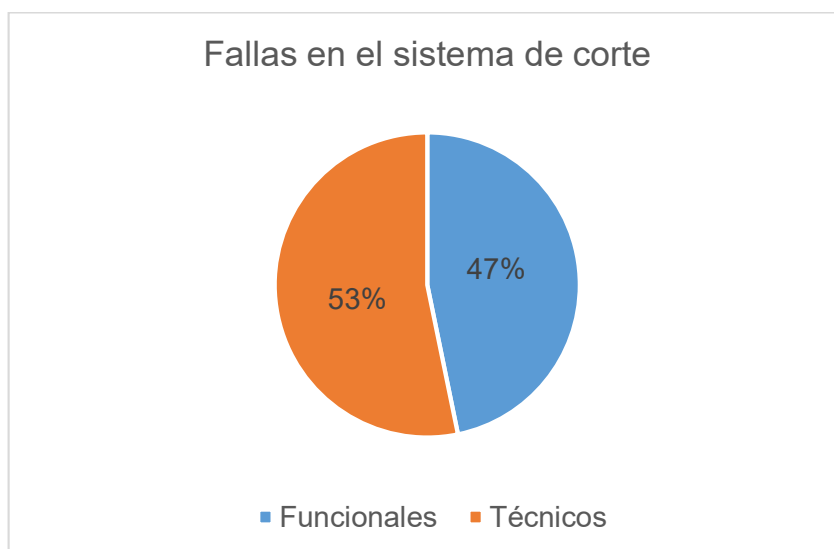
En función de los puntos mencionados se determinaron los diversos tipos de fallas (técnicos o funcionales) que pueden presentar los equipos.

El sistema de soldadura presenta un total de nueve (9) fallas funcionales y diez (10) fallas técnicas, dando como resultado diez y nueve (19) posibles fallas, como se evidencia en la Figura 3.2.



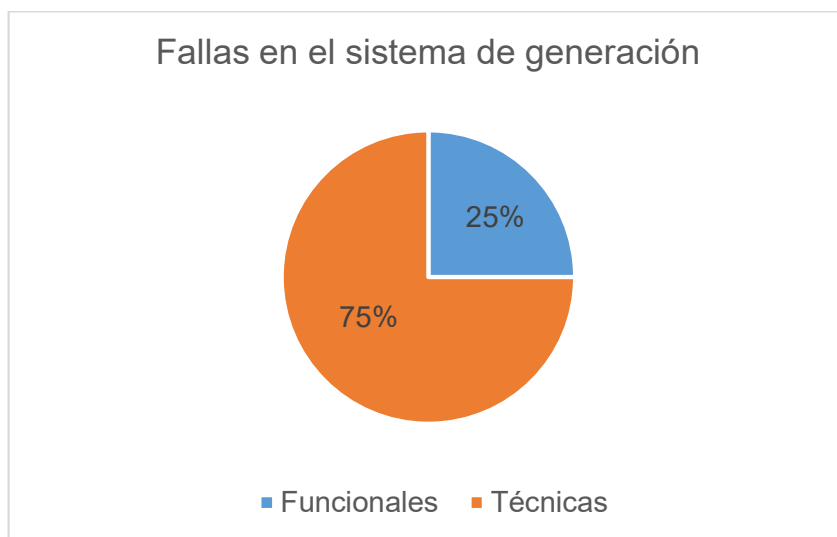
**Figura 3.2.** Porcentaje de fallas técnicas y funcionales del sistema de soldadura.

El sistema de corte posee un total de veinte y nueve (29) fallas funcionales y treinta y tres (33) fallas técnicas, dando como resultado sesenta y dos (62) posibles fallas, como se da a conocer en la Figura 3.3.



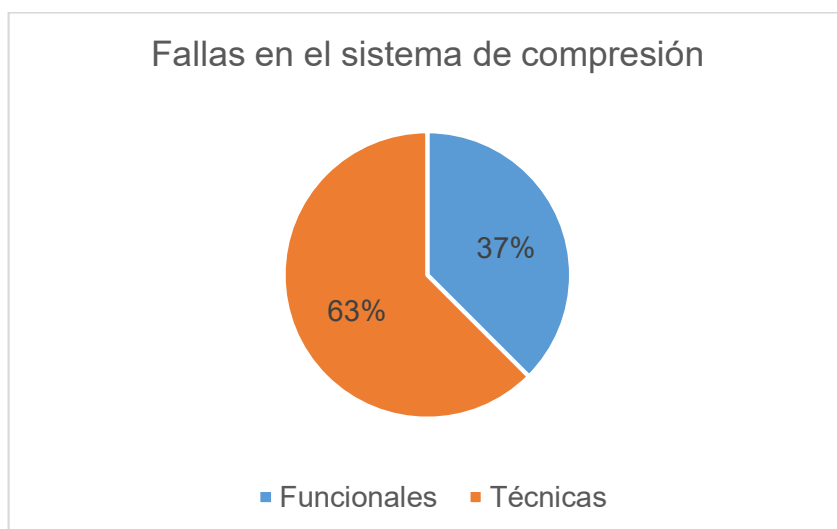
**Figura 3.3.** Porcentaje de fallas técnicas y funcionales del sistema de corte.

El sistema de generación contiene solo una (1) falla funcional y tres (3) fallas técnicas, dando como resultado cuatro (4) posibles fallas, como se evidencia en la Figura 3.4.



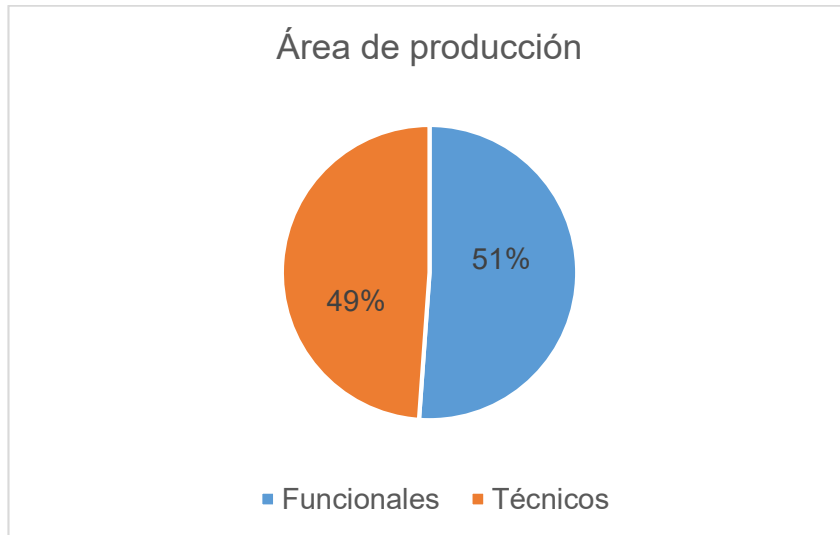
**Figura 3.4.** Porcentaje de fallas técnicas y funcionales del sistema de generación.

Por último, el sistema de compresión presenta seis (6) fallas funcionales y diez (10) fallas técnicas, dando como resultado dieciséis (16) posibles fallas, como se presenta en la Figura 3.5.



**Figura 3.5.** Porcentaje de fallas técnicas y funcionales del sistema de compresión.

En conclusión, en el área de producción se identificaron cuarenta y cinco (45) fallas funcionales y cincuenta y seis (56) fallas técnicas, dando como resultado ciento un (101) fallos encontrados en los cuatro sistemas, así lo muestra en el Figura 3.6.



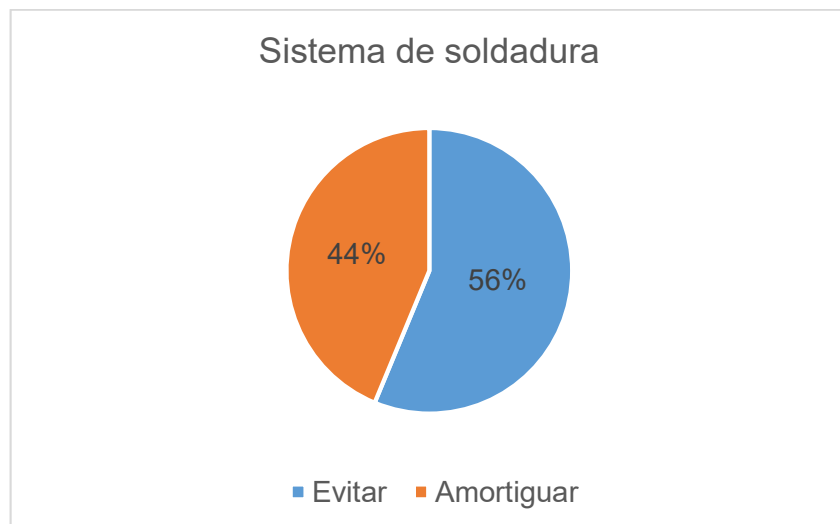
**Figura 3.6.** Porcentaje de fallas técnicas y funcionales encontrados en el área de producción.

### **Modos de fallo identificados por sistema.**

Al identificar cada uno de los posibles fallos (técnicos o funcionales) que pueden presentar los equipos, se describieron los modos de fallos, es decir el motivo por el que la máquina o equipo presentó dicho fallo.

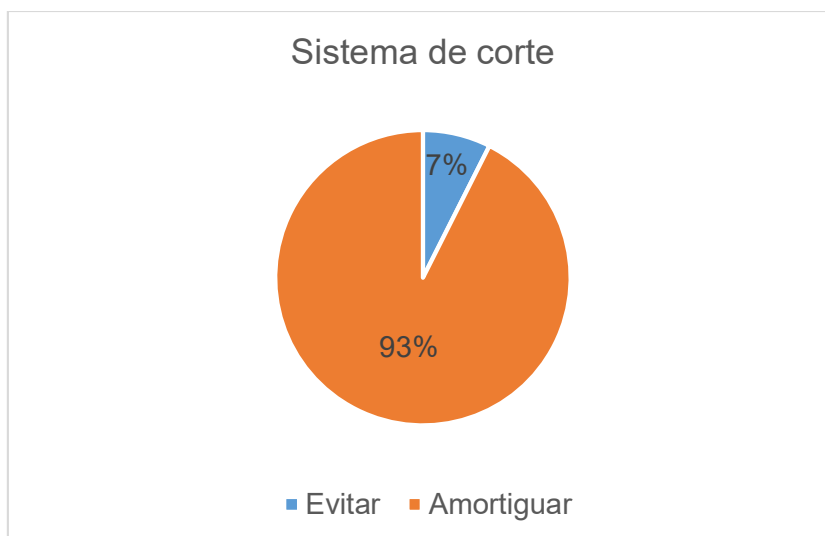
Por último, se asignaron las posibles consecuencias, es decir si los fallos encontrados se deben evitar o amortiguar.

El sistema de soldadura presentó dieciocho (18) fallos a evitar y catorce (14) fallos a amortiguar, dando un resultado de treinta y dos (32) fallos identificados, así lo muestra la Figura 3.7.



**Figura 3.7.** Porcentaje de fallos del sistema de soldadura.

El sistema de corte tuvo nueve (9) fallos a evitar y ciento doce (112) fallos a amortiguar, como resultado se obtuvieron ciento veintiún (121) fallos identificados como lo muestra la Figura 3.8.

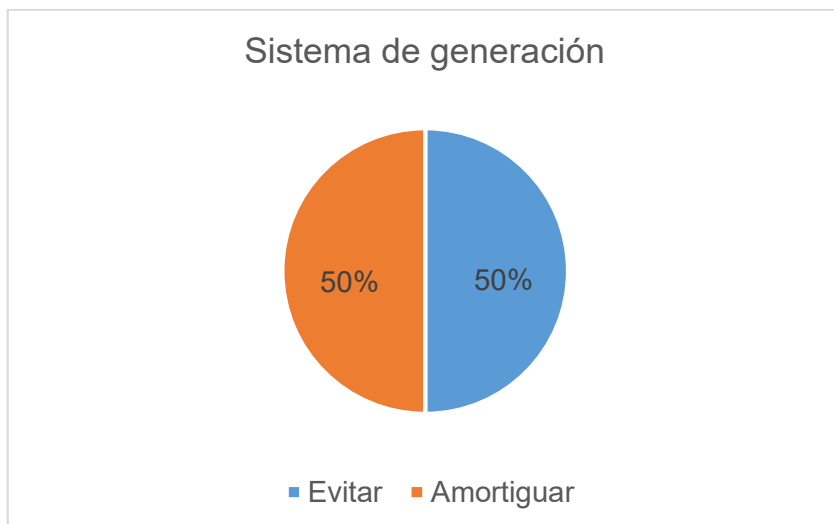


**Figura 3.8.** Porcentaje de fallos del sistema de corte.

Cabe puntualizar que el sistema de corte es el único sistema que posee equipos que requieren un mantenimiento básico, por lo que no necesitan un estudio sobre fallos y modos de fallo, estos equipos son los siguientes:

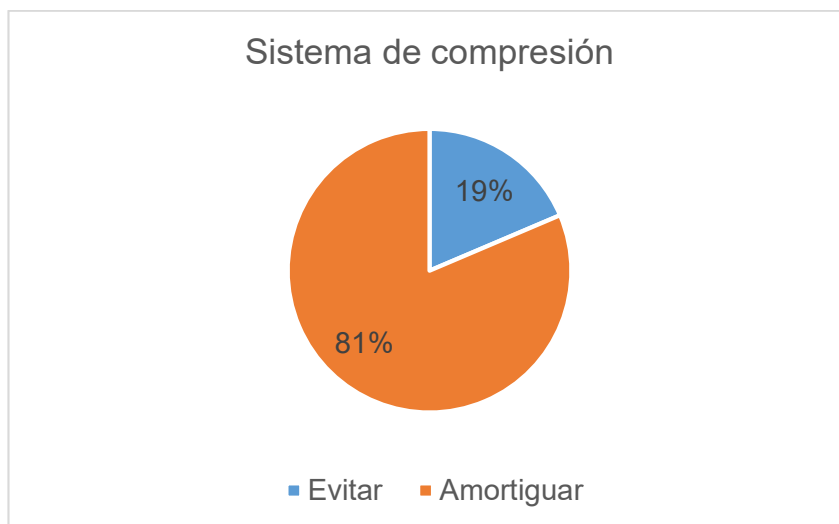
- Amoladoras.
- Lijadora de cinta neumática.
- Lijadora de cinta.
- Lijadora orbital.
- Máquina roscadora.
- Pintadora.

El sistema de generación posee cuatro (4) fallos a evitar y cuatro (4) fallos a amortiguar, como resultado se obtuvieron ocho (8) fallas identificadas como se evidencia en la Figura 3.9.



**Figura 3.9.** Porcentaje de fallos del sistema de generación.

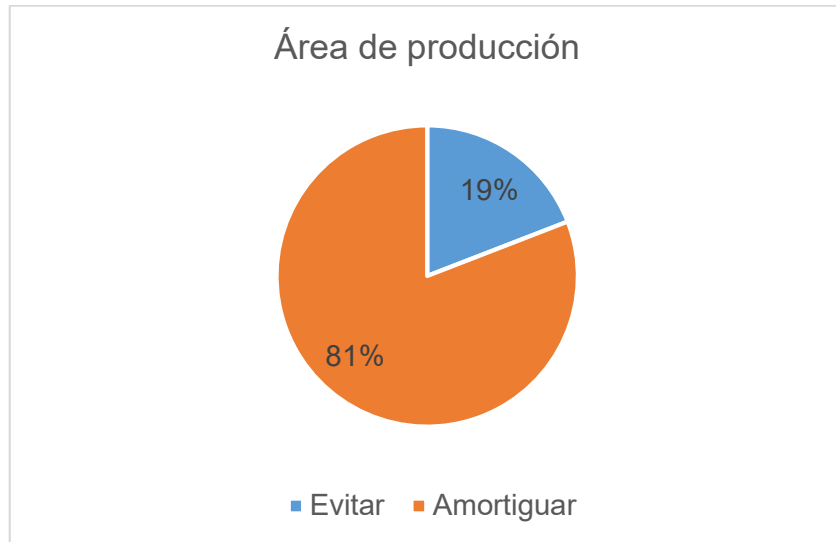
Por último, el sistema de compresión presentó ocho (8) fallos a evitar y treinta y cinco (35) fallos a amortiguar, dando un total de cuarenta y tres (43) fallos identificados, como se evidencia en la Figura 3.10.



**Figura 3.10.** Porcentaje de fallos del sistema de compresión.

En conclusión, en el área de producción se identificaron treinta y nueve (39) fallos a evitar y ciento sesenta y cinco (165) fallos a amortiguar dando como resultado doscientas cuatro (204) fallas encontradas en los cuatro sistemas, como lo muestra la Figura 3.11.





**Figura 3.11.** Porcentaje total de fallos en el área de producción.

### **Tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento**

Las tareas de mantenimiento son medidas preventivas que se seleccionaron a partir del modelo de mantenimiento al que fueron asignados los equipos.

Los cuadros que se presentaron contienen cuatro aspectos principales, como son:

- Tareas de mantenimiento.
- Mejoras.
- Procedimientos de producción.
- Procedimientos de mantenimiento.

Cada uno de los puntos mencionados fueron analizados según el sistema y las condiciones en las que se encontraron los equipos.

En la Tabla 3.2. se presentan la cantidad de medidas preventivas existentes en el sistema de soldadura en sus distintos aspectos.

**Tabla 3.2.** Medidas preventivas en el sistema de soldadura.

<b>Medidas preventivas</b>	
Tareas de mantenimiento.	43
Mejoras.	3
Procedimientos de producción.	14
Procedimientos de mantenimiento.	9

En la Tabla 3.3. se presentan la cantidad de medidas preventivas en el sistema de corte en sus distintos aspectos.

**Tabla 3.3.** Medidas preventivas en el sistema de corte.

<b>Medidas preventivas</b>	
Tareas de mantenimiento.	170
Mejoras.	3
Procedimientos de producción.	62
Procedimientos de mantenimiento.	57

En la Tabla 3.4. muestra la cantidad de medidas preventivas en el sistema de generación en sus distintos aspectos.

**Tabla 3.4.** Medidas preventivas en el sistema de generación.

<b>Medidas preventivas</b>	
Tareas de mantenimiento.	9
Mejoras.	N/A
Procedimientos de producción.	4
Procedimientos de mantenimiento.	4

Por último, En la Tabla 3.5. se presentan la cantidad de medidas preventivas en el sistema de compresión en sus distintos aspectos.

**Tabla 3.5.** Medidas preventivas en el sistema de compresión.

<b>Medidas preventivas</b>	
Tareas de mantenimiento.	29
Mejoras.	5
Procedimientos de producción.	4
Procedimientos de mantenimiento.	14

En la Tabla 3.6. se detalla el total de medidas preventivas que deben realizarse en toda el área de producción.

**Tabla 3.6.** Medidas preventivas que presenta el área de producción.

<b>Medidas preventivas</b>	
Tareas de mantenimiento.	251
Mejoras.	11
Procedimientos de producción.	84
Procedimientos de mantenimiento.	84

### **Frecuencias para las tareas de mantenimiento.**

Las frecuencias adecuadas para cada tarea de mantenimiento fueron asignadas a partir de dos puntos importantes, que son:

- Tipo de tarea de mantenimiento.
- Modelo de mantenimiento asignado al equipo.

Las mismas que fueron divididas en tres tiempos distintos, siendo estas:

- Diarias
- Semanales
- Mensuales

Se analizaron las frecuencias de los equipos en función de los puntos mencionados para los cuatro diferentes sistemas que comprenden el área de producción.

El sistema de soldadura presentó la siguiente cantidad de tareas, detalladas en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7.** Tareas asignadas en el sistema de soldadura.

<b>Sistema de soldadura</b>	
Tareas diarias	18
Tareas semanales	13
Tareas mensuales	5

La Tabla 3.8. contiene la cantidad de tareas que fueron asignadas en el sistema de corte.

**Tabla 3.8.** Tareas asignadas en el sistema de corte.

<b>Sistema de corte</b>	
Tareas diarias	58
Tareas semanales	42
Tareas mensuales	26

La Tabla 3.9. presenta la cantidad de tareas que fueron asignadas en el sistema de generación.

**Tabla 3.9.** Tareas asignadas en el sistema de generación.

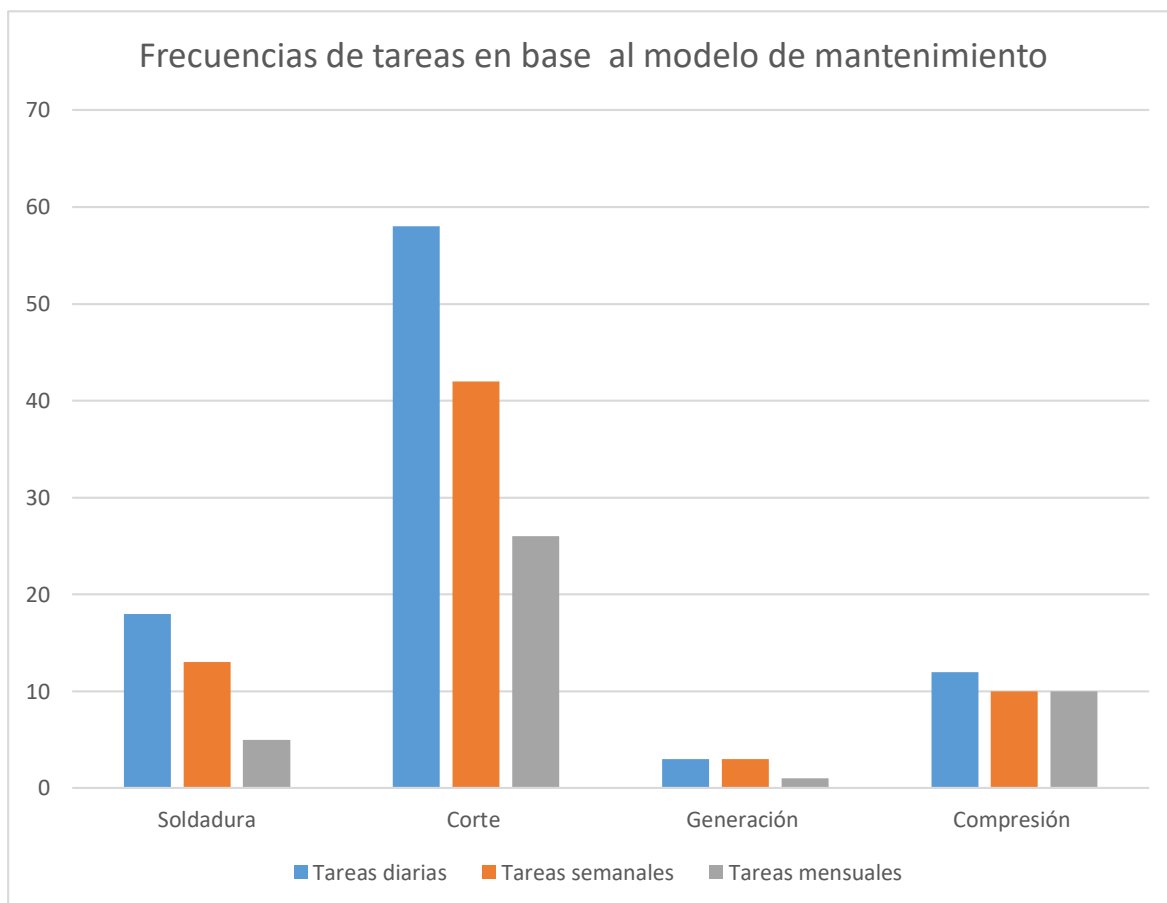
<b>Sistema de generación</b>	
Tareas diarias	3
Tareas semanales	3
Tareas mensuales	1

Por último, en la Tabla 3.10. presenta la cantidad de tareas que fueron asignadas para el sistema de compresión.

**Tabla 3.10.** Tareas asignadas en el sistema de compresión.

<b>Sistema de compresión</b>	
Tareas diarias	12
Tareas semanales	10
Tareas mensuales	10

En conclusión, en el área de producción se deberán realizar las actividades propuestas según la frecuencia asignada, cabe resaltar que el sistema de corte contiene una mayor cantidad de tareas por la cantidad de equipos, en cambio el sistema de generación posee muy pocas tareas ya que solo contiene tres equipos de similares características, así lo muestra en resumen la Figura 3.12.



**Figura 3.12.** Frecuencia de tareas del área de producción.

### Rutinas

Las rutinas fueron organizadas en base a los sistemas del área de producción y las frecuencias de mantenimiento.

Para cumplir con la organización, se realizaron fichas en las que detallan cada tarea de mantenimiento según su sistema con la frecuencia asignada.

El sistema de soldadura cuenta con dos (2) fichas diarias, una (1) ficha semanal y una (1) ficha mensual. El sistema de corte contiene tres (3) fichas diarias, dos (2) fichas semanales y dos (2) fichas mensuales. El sistema de generación posee una (1) ficha diaria, una (1)

ficha semanal y una (1) ficha mensual; y, por último, el sistema de compresión cuenta con una (1) ficha diaria, una (1) ficha semanal y una (1) ficha mensual.

En conclusión, el operador deberá manejar siete (7) fichas diarias, cinco (5) fichas semanales y cinco (5) fichas mensuales para mantener y precautelar el estado de los equipos dentro del área de producción.

Es decir, el operador al final de un año trabajado debe contar con:

7 fichas diarias        x        260 días laborables    =        1820 fichas

5 fichas semanales    x        52 semanas al año     =        260 fichas

5 fichas mensuales    x        12 meses del año      =        60 fichas

El número total de fichas al año = 2140 fichas

Al final del año se obtienen 2140 fichas de registro para un control preventivo de todos los equipos dentro del área de producción de la industria Cabarvill.

## 4 CONCLUSIONES

- La norma UNE EN 13306 presentó terminologías que fueron usadas a lo largo de todo el proyecto, tales como:
  - Mantenimiento
  - Plan de mantenimiento
  - Fallo
  - Causa de fallo
  - Avería
  - Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento correctivo
- Se aplicaron las principales herramientas del mantenimiento, estas son:
  - Análisis de fallos
  - Análisis de averías
  - Documentación de mantenimiento
  - Inventario de elementos
  - Registro de mantenimiento
- Se realizaron un total de noventa y ocho (98) fichas técnicas para el área de producción, de los que se dividieron en cuarenta y ocho (48) fichas técnicas para el sistema de soldadura, cuarenta y un (41) fichas técnicas para el sistema de corte, tres (3) fichas técnicas para el sistema de generación y seis (6) fichas técnicas para el sistema de compresión.
- Las fichas técnicas fueron realizadas a partir de tres aspectos principales como:
  - **Datos del equipo:** Fecha, sistema, código, número de equipo, nombre del equipo, área, fabricante, serie, especificaciones adicionales y fotografía del equipo.
  - **Características del equipo:** Principales características eléctricas, electrónicas y/o mecánicas del equipo

- **Información del proveedor:** Información acerca del proveedor del equipo o de un servicio técnico especializado.
- En los noventa y ocho (98) equipos del área de producción se identificaron cuarenta y cinco (45) fallas funcionales y cincuenta y seis (56) fallas técnicas.
- Los noventa y ocho (98) equipos registrados dentro del área de producción se designaron: treinta y un (31) equipos a un modelo condicional, veintiocho (28) equipos a un modelo de alta disponibilidad, veintiocho (28) equipos a un modelo sistemático y, por último, once (11) equipos a un modelo básico.
- El sistema de corte contiene ciento setenta (170) tareas de mantenimiento, el sistema de soldadura presenta cuarenta y tres (43) tareas de mantenimiento, el sistema de compresión posee veinte y nueve (29) tareas de mantenimiento y el sistema de generación presenta nueve (9) tareas de mantenimiento.



## 5 RECOMENDACIONES

- En el caso de realizar una complementación al presente trabajo de titulación se recomienda seguir utilizando la norma EN 13306 o la norma EN 60300-3-11, ambas enfocadas en terminología y aspectos enfocados en la realización de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).
- Al realizar el estudio sobre la norma EN 13306 y la norma EN 60300-3-11 se recomienda tener conocimientos previos fundamentales de mantenimiento y seguridad industrial. Además, teoría de máquinas eléctricas y mecánicas.
- Se recomienda seguir utilizando el formato establecido en las fichas técnicas, ya que al alterar su distribución pueden generar confusión y mala interpretación de los datos que se establecieron.
- Si es necesario realizar más fichas técnicas para el resto de área de la industria se recomienda primeramente codificar y enumerar sus equipos, a su vez utilizar el formato establecido, la ficha cuenta con el espacio suficiente para cualquier tipo de información, se debe tomar en cuenta que en las fichas técnicas se debe incluir datos útiles y necesarios.
- Para realizar de manera continua el proceso de mantenimiento se recomienda la contratación adicional de dos técnicos de mantenimiento para que pueda realizarse en los tiempos establecidos por el presente proyecto.
- Se recomienda proteger a los equipos grandes de lugares donde exista cantidades excesivas de polvo o de lugares húmedos, además de ordenar los equipos que se localicen en el taller de mantenimiento y realizar una limpieza superficial de los mismos.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Asociación Española de Normalización y Certificación, *Norma UNE EN 13306, Terminología de mantenimiento*. Madrid: AENOR, 2012.
- [2] J.M. Moubray, *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. 2nd Ed. Madrid: Aladon Ltd, 2004, pp. 48-49.
- [3] J. M. Moubray, *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. 2nd Ed. Madrid: Aladon Ltd, 2004, pp. 56-84.
- [4] S. García Garrido, *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A., 2003, pp. 37-97.
- [5] Asociación Española de Normalización y Certificación, *Norma UNE EN 60300-3-11, Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Madrid: AENOR, 2013.
- [6] Lincoln Electric, *Manual de usuario de alimentador de alambre PF 41*. Cleveland, USA, Lincoln Global, Inc., 2014.
- [7] Lincoln Electric, *Manual de usuario del refrigerador COOL ARC 25*. Cleveland, USA, Lincoln Global, Inc., 2012.
- [8] Servicios de salud y riesgos laborales, *Guía de prevención de riesgos en trabajos de soldadura*. Junta de Extremadura, España, 2008.
- [9] West arco, *Manual de soldadura*. Bogotá, 2010.
- [10] Atlas Copco, *Manual del aire comprimido*. Bélgica: Atlas Copco Airpower, 2014.

## **7 ANEXOS**

ANEXO I. Certificado de originalidad

ANEXO II. Fichas técnicas de equipos de industria Cabarvill

ANEXO III. Los fallos y tipos de fallos de los equipos del área de producción

ANEXO IV. Las tareas de mantenimiento

ANEXO V. La frecuencia de tareas

ANEXO VI. Las rutinas de mantenimiento

ANEXO VII. Modelo de mantenimiento asignado a cada equipo del área de producción

ANEXO VIII. Certificado de conformidad del trabajo de integración curricular

**ANEXO I. CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD**

## ANEXO I. CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

### CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 12 de septiembre de 2022

De mi consideración:

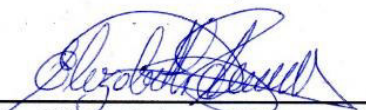
Yo, CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE, en calidad de Director del Trabajo de Integración Curricular titulado PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD) PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL asociado a la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL elaborado por el estudiante DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA, certifico que he solicitado a la Biblioteca General el informe para la revisión de originalidad del documento escrito completo, producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 12%.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,

  
Elizabeth Armas Freire  
Profesor Ocasional a Tiempo Completo  
ESFOT

## TRABAJO(DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA)

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>1%</b>	<b>5%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>dspace.esoch.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Escuela Politecnica Nacional</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>inba.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.utec.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>gestionmantenimientomentefactusupq.wikispaces.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## **ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS DE INDUSTRIA CABARVILL**

## ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS DE INDUSTRIA CABARVILL

Debido a que son noventa y ocho (98) fichas técnicas realizadas se generó un código QR para facilitar su visualización mostrado en la Figura 7.1.



Figura 7.1. Código QR del enlace al documento.

**Enlace:**

<https://drive.google.com/file/d/14QosoLxpDKsneT-WG0BX6I6h05jyLmci/view?usp=sharing>



**ANEXO III. LOS FALLOS Y TIPOS DE FALLOS DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

### **ANEXO III. LOS FALLOS Y TIPOS DE FALLOS DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

Debido a la extensión del documento se procedió a generar un código QR para facilitar su visualización como se muestra en la Figura 7.2.



**Figura 7.2.** Código QR del enlace al documento

**Enlace:**

<https://drive.google.com/file/d/1zvWXqQ8GWPxO0z370tL7SOIfY38TmDA/view?usp=sharing>

## **ANEXO IV. LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO**

## ANEXO IV. LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Debido a la extensión del documento se procedió a generar un código QR para facilitar su visualización como se muestra en la Figura 7.3.



**Figura 7.3.** Código QR del enlace al documento.

**Enlace:**

<https://drive.google.com/file/d/1zodnQbtb6bFVes1MX85mev3xAE2a2oAs/view?usp=sharing>

## **ANEXO V. LA FRECUENCIA DE TAREAS**

## ANEXO V. LA FRECUENCIA DE TAREAS

Debido a la extensión del documento se procedió a generar un código QR para facilitar su visualización como se muestra en la Figura 7.4.



**Figura 7.4.** Código QR del enlace al documento.

**Enlace:**

[https://drive.google.com/file/d/1a1z9KtAOdexQgQFS-e5WPQjz\\_hvfuZtA/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1a1z9KtAOdexQgQFS-e5WPQjz_hvfuZtA/view?usp=sharing)

## **ANEXO VI. LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO**

## ANEXO VI. LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Debido a la extensión del documento se procedió a generar un código QR para facilitar su visualización como se muestra en la Figura 7.5.



**Figura 7.5.** Código QR del enlace al documento.

**Enlace:**

<https://drive.google.com/file/d/1gfU2VvLbEc6JBBOtbTUgH57x4LBW5K6I/view?usp=sharing>



**ANEXO VII. MODELO DE MANTENIMIENTO ASIGNADO A CADA EQUIPO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

## ANEXO VII. MODELO DE MANTENIMIENTO ASIGNADO A CADA EQUIPO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

ASIGNACIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO				
CÓDIGOS	EQUIPOS	CRITICIDAD	DISPONIBILIDAD	MODELO
CV-AP-CO-EAM1	AMOLADORA	PRECINDIBLE	MEDIA	BÁSICO
CV-AP-CO-EAM2	AMOLADORA	PRECINDIBLE	MEDIA	BÁSICO
CV-AP-CO-EAM3	AMOLADORA	PRECINDIBLE	MEDIA	BÁSICO
CV-AP-CO-EAM4	AMOLADORA	PRECINDIBLE	MEDIA	BÁSICO
CV-AP-CO-EAM5	AMOLADORA	PRECINDIBLE	MEDIA	BÁSICO
CV-AP-CO-EAM6	AMOLADORA	PRECINDIBLE	MEDIA	BÁSICO
CV-AP-CO-MAN1	ATORNILLADORA NEUMÁTICA	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-MAN2	ATORNILLADORA NEUMÁTICA	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-MAN3	ATORNILLADORA NEUMÁTICA	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-MCZ1	CIZALLA	CRÍTICO	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ECL1	CALADORA	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ECM1	CORTADORA PARA MADERA	CRÍTICO	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ECS1	CORTADORA DE PLASMA	CRÍTICO	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ECS2	CORTADORA DE PLASMA	CRÍTICO	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-EER1	ESMERIL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CO-MLN1	LIJADORA DE CINTA NEUMÁTICA	PRECINDIBLE	BAJA	BÁSICO
CV-AP-CO-ELC1	LIJADORA DE CINTA	PRECINDIBLE	BAJA	BÁSICO
CV-AP-CO-ELO1	LIJADORA ORBITAL	PRECINDIBLE	BAJA	BÁSICO
CV-AP-CO-EMC1	MÁQUINA CNC	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-EMR1	MÁQUINA ROSCADORA	PRECINDIBLE	BAJA	BÁSICO
CV-AP-CO-EPI1	PISTOLA DE IMPACTO	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-EPI2	PISTOLA DE IMPACTO	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-MPC1	PISTOLA LANZA CLAVOS	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-EPD1	PULIDORA	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL

CV-AP-CO-MGN1	GRAPADORA NEUMÁTICA	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-MGN2	GRAPADORA NEUMÁTICA	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ESC1	SIERRA DE CINTA	CRÍTICO	BAJA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CO-ETL1	TALADRO	IMPORTANTE	MEDIA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETL2	TALADRO PERCUTOR	IMPORTANTE	MEDIA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETL3	TALADRO PERCUTOR	IMPORTANTE	MEDIA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETL4	TALADRO PERCUTOR	IMPORTANTE	MEDIA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETP1	TALADRO DE PEDESTAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CO-ETP2	TALADRO DE PEDESTAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CO-ETA1	TALADRO ATORNILLADOR	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETA2	TALADRO ATORNILLADOR	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETI1	TALADRO DE IMPACTO	IMPORTANTE	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETE1	TALADRO ELECTROMAGNÉTICO	CRÍTICO	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-ETE2	TALADRO ELECTROMAGNÉTICO	CRÍTICO	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CO-EPT1	PINTADORA	PRECINDIBLE	MEDIA	BÁSICO
CV-AP-CO-ETZ1	TROZADORA	CRÍTICO	BAJA	CONDICIONAL
CV-AP-CP-ECN1	COMPRESOR DE PISTÓN	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CP-ECN2	COMPRESOR DE PISTÓN	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CP-ECN3	COMPRESOR DE PISTÓN	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CP-ECN4	COMPRESOR DE PISTÓN	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CP-ECN5	COMPRESOR DE PISTÓN	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-CP-ECT1	COMPRESOR DE TORNILLO	CRÍTICO	BAJA	SISTEMÁTICO
CV-AP-GE-EGD1	GENERADOR COMBUSTIBLE DIESEL	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-GE-EGD2	GENERADOR COMBUSTIBLE DIESEL	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-GE-EGD3	GENERADOR COMBUSTIBLE DIESEL	CRÍTICO	MEDIA	SISTEMÁTICO

CV-AP-SO-ECB1	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB2	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB3	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB4	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB5	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB6	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB7	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB8	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ECB9	CABEZAL	IMPORTANTE	MEDIA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF1	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF2	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF3	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF4	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF5	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF6	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF7	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF8	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ERF9	REFRIGERADOR	IMPORTANTE	ALTA	SISTEMÁTICO
CV-AP-SO-ESD1	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD2	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD3	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD4	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD5	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD6	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD7	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD8	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD

CV-AP-SO-ESD9	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD10	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD11	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD12	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD13	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD14	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD15	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD16	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD17	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD18	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD19	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD20	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD21	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD22	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD23	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD24	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD25	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD26	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD27	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD28	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD29	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD
CV-AP-SO-ESD30	SOLDADORA	CRÍTICO	ALTA	ALTA DISPONIBILIDAD

**ANEXO VIII. CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## ANEXO VIII. CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

### CERTIFICADO

POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO CERTIFICAR QUE EL PROYECTO DE **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL CON EL COMPONENTE: PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD)**, CONCLUYÓ SATISFACTORIAMENTE.

MISMO QUE FUE REALIZADO POR EL ESTUDIANTE

- DIEGO FERNANDO CASTILLO CUENCA

UN VEZ PUESTO A CONSIDERACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN ESTÁ ACEPTADO Y APROBADO TANTO EN EL DESARROLLO DE LAS FICHAS TÉCNICAS, LOS MODELOS DE MANTENIMIENTO, LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO Y SUS FRECUENCIAS. ES TODO LO QUE PUEDO CERTIFICAR.

LOS INTERESADOS PUEDEN HACER USO DEL PRESENTE COMO A BIEN TUVIERE.

ATENTAMENTE,



ING. GALO BARBOZA

GERENTE DE LA INDUSTRIA CABARVILL.

 CABARVILL DE MONTAJES CIA. LTDA.  
Lote 79 Calle 2 Barrio  
San  
Juan de Calderon  
Tel.: 023 495 030