



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
EMPRESA INGB&R PLAST EN LA CIUDAD DE AMBATO.”**

AUTOR: Steven Alfredo Ballesteros Guerrero

TUTOR: Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Agosto – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA INGB&R PLAST EN LA CIUDAD DE AMBATO.”** elaborado por el Sr. **Steven Alfredo Ballesteros Guerrero**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804093340, estudiante de la Carrera de Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, agosto 2023

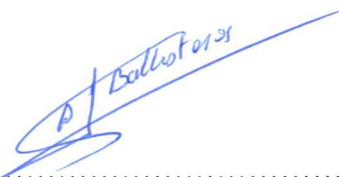
Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Steven Alfredo Ballesteros Guerrero, con C.I. 1804093340 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA INGB&R PLAST EN LA CIUDAD DE AMBATO.”**, así como también los análisis estadísticos, tablas, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2023



.....

Steven Alfredo Ballesteros Guerrero

C.I. 1804093340

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, agosto 2023



.....
Steven Alfredo Ballesteros Guerrero

C.I. 1804093340

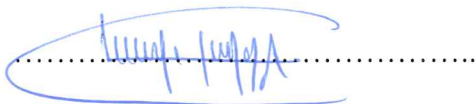
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el estudiante Steven Alfredo Ballesteros Guerrero de la Carrera de Mecánica bajo el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA INGB&R PLAST EN LA CIUDAD DE AMBATO.”**

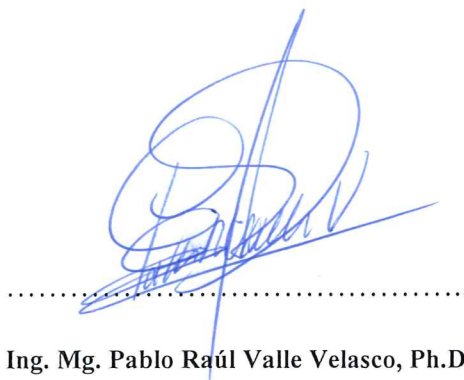
Ambato, agosto 2023

Para constancia firma:



Ing. Edwin Leonardo Sánchez Almeida, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Pablo Raúl Valle Velasco, Ph.D

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primero a Dios por bendecirme y darme el conocimiento necesario para ir por el camino correcto y cumplir una de mis metas.

Dedicado con todo el cariño y el amor del mundo a mi queridísima mamita Julia Mercedes Cabrera quien con su paciencia y cariño me fue encaminando por el camino del bien, siendo un pilar fundamental para cumplir con esta meta más en mi vida ayudándome con las adversidades que se me presentaron hasta el día de su partida.

Le dedico este proyecto a mis padres Alfredo Ballesteros y Michael Guerrero que son el motor para salir adelante en mi día a día brindándome su apoyo incondicional para cumplir mis objetivos, inculcándome siempre buenos valores para poder llegar hasta donde estoy, sabiendo el sacrificio tan grande que hicieron para que pueda ser un profesional de calidad, muchas gracias queridos papas.

Dedicado a mis hermanos, tíos y a mi abuelito, quienes siempre me sacan una sonrisa y me brindan palabras llenas de sabiduría, por los momentos aprendidos y las lecciones de sabiduría cada uno de ustedes ocupa un lugar especial en mi corazón.

A mi novia Nicole Zambrano a quien encontré como un regalo inesperado, y desde ese momento, cada día ha sido una bendición. Tu apoyo inquebrantable, tu amor incondicional y tu presencia constante han sido mi inspiración para alcanzar este logro.

A mis amigas Diana Cáceres e Ivette Echeverría con quienes he compartido muchos momentos de risas y anécdotas siendo su amistad un tesoro que guardo en mi corazón. Gracias por iluminar mi camino con vuestra amistad incondicional.

Alfredo Ballesteros

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por permitirme cumplir esta meta más en mi vida guiándome por el camino del bien.

A mi abuelita Julia Mercedes y a mi abuelito Anguel Guerrero por ser un pilar fundamental en mi vida y enseñarme sus buenos valores, y por enseñarme que nada es imposible enseñándome a superar cada problema que se me presente.

A mis padres Alfredo Ballesteros y Michael Guerrero por todo el apoyo brindado durante esta difícil etapa, siendo mi motivación para persistir y seguir adelante día tras día.

Al mi tutor Ing. Mauricio Carrillo por la paciencia, por su conocimiento y por todo lo aprendido durante este proceso.

A mis amigos por los lindos recuerdos y ocurrencias vividos durante esta maravillosa etapa, por todo el apoyo brindado durante estos semestres.

Alfredo Ballesteros

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II	4
METODOLOGÍA	4
2.1. Materiales y recursos.....	4
2.2. Métodos.....	5
2.3. Diagrama de flujo para la elaboración del proyecto	6
2.4. Observación de la planta e identificación del proceso de elaboración.....	6
2.4.1. Análisis del estado actual de la maquinaria	7
2.5. Inventario de máquinas	7
2.5.1. Codificación	7
2.6 Fichas técnicas	9
2.6.1. Ficha técnica de la maquinaria de la empresa INGB&R PLAST.....	9
2.6.2. Sistemas y elementos de cada máquina	17
2.7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA	45

2.8. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE).....	59
2.8.1. Índice de prioridad de riesgos	59
2.8.2 MATRIZ AMFE	59
2.8.3 MATRIZ AMFE DE LA EMPRESA INGB&R PLAST	59
2.9. REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA INGB&RPLAS.	103
2.10. PLAN DE MANTENIMIENTO	111
2.11. BITÁCORAS Y GAMAS DE MANTENIMIENTO	112
2.11.1. BITÁCORA	112
2.11.2. GAMAS DE MANTENIMIENTO	112
2.11.3 GAMAS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INGB&R PLAST .	113
CAPÍTULO III.....	137
RESULTADOS.....	137
3.1. Instructivos de mantenimiento	184
CAPÍTULO IV.....	205
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	205
4.1 CONCLUSIONES	205
4.2 RECOMENDACIONES	207
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo	6
----------------------------------	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de materiales utilizados.....	4
Tabla 2 Inventario de máquinas de la empresa INGB&R PLAST	8
Tabla 3 Ficha técnica - Inyectadora 1	10
Tabla 4 Ficha técnica - Inyectadora 2	11
Tabla 5 Ficha técnica - Extrusora.....	12
Tabla 6 Ficha técnica - Estampadora	13
Tabla 7 Ficha técnica - Mixer	14
Tabla 8 Ficha técnica - Molino de martillos	15
Tabla 9 Ficha técnica - Compresor	16
Tabla 10 Ficha técnica - Compresor	17
Tabla 11 Sistemas y componentes - Inyectadora 1	18
Tabla 12 Sistemas y componentes - Inyectadora 2	22
Tabla 13 Sistemas y componentes - Extrusora	26
Tabla 14 Sistemas y componentes - Estampadora	30
Tabla 15 Sistemas y componentes - Mixer	33
Tabla 16 Sistemas y componentes - Molino de martillos	38
Tabla 17 Sistemas y componentes - Enfriador.....	40
Tabla 18 Sistemas y componentes - Compresor	43
Tabla 19 Matriz criticidad - Inyectadora 1.....	47
Tabla 20 Matriz criticidad - Inyectadora 2.....	49
Tabla 21 Matriz criticidad - Extrusora	51
Tabla 22 Matriz criticidad - Estampadora.....	53
Tabla 23 Matriz criticidad - Mixer.....	54
Tabla 24 Matriz criticidad - Molino de martillo	56
Tabla 25 Matriz criticidad - Enfriador	57
Tabla 26 Matriz criticidad - Compresor.....	58
Tabla 27 Criterios para valorar el IPR [10].....	59
Tabla 28 Matriz AMFE - Inyectadora 1.....	60
Tabla 29 Matriz AMFE - Inyectadora 2.....	66
Tabla 30 Matriz AMFE - Extrusora	71

Tabla 31 Matriz AMFE - Estampadora.....	77
Tabla 32 Matriz AMFE - Mixer.....	83
Tabla 33 Matriz AMFE - Molino de martillo	91
Tabla 34 Matriz AMFE - Enfriador	95
Tabla 35 Matriz AMFE - Compresor.....	100
Tabla 36 Estado de la maquinaria - Inyectadora 1	103
Tabla 37 Estado de la maquinaria - Inyectadora 2.....	105
Tabla 38 Estado de la maquinaria - Extrusora	106
Tabla 39 Estado de la maquinaria - Estampadora.....	107
Tabla 40 Estado de la maquinaria - Mixer	108
Tabla 41 Estado de la maquinaria - Molino de martillos.....	109
Tabla 42 Estado de la maquinaria - Enfriador	110
Tabla 43 Estado de la maquinaria - Compresor	111
Tabla 44 Codificación frecuencias de mantenimiento.....	112
Tabla 45 Gama de mantenimiento- Inyectadora 1	114
Tabla 46 Gama de mantenimiento- Inyectadora 2	117
Tabla 47 Gama de mantenimiento- Extrusora	120
Tabla 48 Gama de mantenimiento- Estampadora	124
Tabla 49 Gama de mantenimiento- Mixer	127
Tabla 50 Gama de mantenimiento- Molino de martillo.....	131
Tabla 51 Gama de mantenimiento- Enfriador.....	133
Tabla 52 Gama de mantenimiento- Compresor	135
Tabla 53 Formato de registro de revisión y mantenimiento de máquinas	137
Tabla 54 Codificación frecuencias de mantenimiento	137
Tabla 55 Plan anual de mantenimiento preventivo	138
Tabla 56 Plan de mantenimiento preventivo 01.....	184
Tabla 57 plan de mantenimiento preventivo 02.....	185
Tabla 58 Plan de mantenimiento preventivo 03.....	186
Tabla 59 Plan de mantenimiento preventivo 04.....	187
Tabla 60 Plan de mantenimiento preventivo 05.....	188
Tabla 61 Plan de mantenimiento preventivo 06.....	189
Tabla 62 Plan de mantenimiento preventivo 07.....	190
Tabla 63 Plan de mantenimiento preventivo 08.....	191

Tabla 64 Plan de mantenimiento preventivo 09.....	192
Tabla 65 Plan de mantenimiento preventivo 10.....	193
Tabla 66 Plan de mantenimiento preventivo 11.....	194
Tabla 67 Plan de mantenimiento preventivo 12.....	195
Tabla 68 Plan de mantenimiento preventivo 13.....	196
Tabla 69 Plan de mantenimiento preventivo 14.....	197
Tabla 70 Plan de mantenimiento preventivo 15.....	198
Tabla 71 Plan de mantenimiento preventivo 16.....	199
Tabla 72 Plan de mantenimiento preventivo 17.....	200
Tabla 73 Plan de mantenimiento preventivo 18.....	201
Tabla 74 Plan de mantenimiento preventivo 19.....	202
Tabla 75 Plan de mantenimiento preventivo 20.....	203
Tabla 76 Ficha de control de equipos	204

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto técnico aborda el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa INGB&R PLAST, ubicada en la ciudad de Ambato. El cual fue realizado tomando en cuenta la falta de un sistema de mantenimiento preventivo estructurado y eficiente, lo que ha llevado a una mayor incidencia de averías en las maquinarias y equipos de la empresa, resultando en costosos tiempos de inactividad y pérdidas de producción.

En el presente plan de mantenimiento preventivo se realizó la codificación de la maquinaria de la empresa, un inventario de las máquinas existentes y se procedió a la realización de un formato para la creación de las fichas técnicas, se clasificaron las máquinas por sistema, subsistema y componentes. Se realizó el análisis de criticidad para jerarquizar los componentes que requirieron una intervención inmediata, de igual manera se realizó la matriz AMFE en base a la NTP 679 obteniendo los componentes más propensos a fallar, con estos resultados se realizaron las bitácoras y gamas de mantenimiento para mejorar el funcionamiento de la maquinaria.

A partir de estos resultados se diseñó un formato de revisión y registro de riesgos. Como resultado se diseñó el plan de mantenimiento preventivo para cada tipo de maquinaria presente en la empresa. Este plan incluye una programación detallada de las actividades de mantenimiento, tales como inspecciones periódicas, lubricación, ajustes, y reemplazo de piezas desgastadas. Además, se establecieron procedimientos y normas de seguridad que deben ser usados para la realización de cada una de las actividades programadas para el plan de mantenimiento anual.

Palabras Claves: AMFE, criticidad, Mantenimiento preventivo, Gamas de mantenimiento, plan de mantenimiento.

ABSTRACT

This technical project deals with the design of a preventive maintenance plan for the company INGB&R PLAST, located in the city of Ambato. Which was carried out taking into account the lack of a structured and efficient preventive maintenance system, which has led to a higher incidence of breakdowns in the company's machinery and equipment, resulting in costly downtime and production losses.

In this preventive maintenance plan, the company's machinery was codified, an inventory of existing machines was carried out, and a format for the creation of technical sheets was created, the machines were classified by system, subsystem and components. The criticality analysis was carried out to prioritize the components that required immediate intervention, in the same way the AMFE matrix was carried out based on the NTP 679, obtaining the components most prone to failure, with these results the maintenance logs and ranges were made to improve the operation of machinery.

Based on these results, a risk review and registry format was designed. As a result, the preventive maintenance plan was designed for each type of machinery present in the company. This plan includes a detailed schedule of maintenance activities, such as periodic inspections, lubrication, adjustments, and replacement of worn parts. In addition, safety procedures and standards were established that must be used to carry out each of the activities scheduled for the annual maintenance plan.

Keywords: AMFE, criticality, preventive maintenance, maintenance ranges, maintenance plan.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Debido a la globalización de los mercados, el mundo de las empresas se ha visto en la obligación de cumplir con los estándares de calidad que les permita ser competitivas a nivel regional, nacional e internacional. En el Ecuador, todas las empresas que cumplen y demuestran la calidad de sus productos o servicios, deben cumplir con la norma ISO 9001 para lo cual deben adquirir su debida certificación. Para el cumplimiento adecuado de la norma todas las empresas deben contar con un adecuado plan de mantenimiento para conservar sus equipos, instalaciones y herramientas; permitiéndoles cumplir toda la exigencia de la norma y el mercado, manteniendo sus equipos en condiciones óptimas de funcionamiento [1].

La importancia del mantenimiento empieza en los años 30 en el auge de la invención de las líneas y sistemas de producción de Henry Ford quien implementó un área destinada a la reparación y mantenimiento de todos los equipos de su empresa. Con el pasar del tiempo, los empresarios enfocados en una mayor obtención de ganancias a sus organizaciones han comprendido lo importante que es tener los diversos tipos de equipos y líneas de producción con un funcionamiento eficiente. Por ese motivo se han visto en la necesidad de invertir sus recursos en el área de mantenimiento contratando personal calificado el cual genere, planifique y ejecute diversas actividades que les permita garantizar el correcto funcionamiento de todo el proceso de producción detectando con anterioridad cualquier tipo de falla que pueda suceder, mejorando de manera exitosa el sistema de gestión de producción evitando así diversas pérdidas de materia prima y paradas de producción [2].

Actualmente la industria de la manufactura y la producción se ve enfocada en entregar la mayor cantidad de producto en el menor tiempo posible; en la provincia de Tungurahua siendo un sector dedicado a la manufactura del cuero y el calzado existe la necesidad de ofrecer productos de calidad con un bajo costo, existiendo así un sin número de empresas de fabricación de suelas para calzado exigiendo a la maquinaria

para cumplir con la demanda del sector, es por ello que la empresa se ve en el interés de la ejecución del mantenimiento de máquinas e instalaciones para brindar un perfecto estado de funcionamiento y satisfacción en la calidad de productos a la población, como también el bienestar y la prevención de accidentes físicos en los trabajadores durante su jornada laboral [3].

Según. [4], se busca recolectar la mayor cantidad de datos ya sea por medio de catálogos, fichas de ejecución de procesos o simplemente preguntas al personal, con el fin de saber cuántas veces se para la maquinaria ante un fallo y como se soluciona. Con todos los datos ya recolectados y analizados se da paso a la realización del diseño del plan de mantenimiento, delimitando el alcance y la ubicación del proyecto, además de definir la maquinaria a la cual se va a enfocar el plan. Por otra parte, el análisis técnico de criticidad da origen a las diferentes gamas a las cuales se va a enfocar el proyecto dando a los operarios la facilidad para gestionarlo y ejecutarlo.

El mantenimiento es considerado como un soporte confiable en las actividades porque esto ofrece a su vez combatir la decadencia de la eficacia, eficiencia y efectividad, es por ello que aplicando un plan de mantenimiento preventivo se logra la meta de calidad y costos, pues con un equipo de trabajo sano y una maquinaria en buen estado se obtiene una pieza clave para los objetivos que se plantean en una empresa [5].

Por otro lado, se podría decir que el mantenimiento preventivo, es un beneficio económico pues se pueden corregir errores y hacer una reparación programada siendo mucho más viable que reparar todo un conjunto de componentes cuando estos ya se encuentran en mal estado, es así que mantener una vida útil de un equipo o maquinaria depende de las acciones ejecutadas antes de, beneficiando a la empresa donde se ejecute el plan.

Por lo antes mencionado, el presente proyecto de investigación tiene el interés de diseñar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa “INGB&R PLAST” de la ciudad de Ambato.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa “INGB&R PLAST”, en la ciudad de Ambato.

1.2.2. Objetivos específicos






- Realizar un inventario técnico de todas las máquinas y sus respectivas partes.
- Realizar un diagnóstico del estado actual de los equipos para identificar las condiciones de trabajo.
- Elaborar un plan de mantenimiento.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Materiales y recursos

Para el desarrollo de las diferentes actividades del presente proyecto técnico, es indispensable definir los métodos y materiales necesarios a tomar en cuenta para la ejecución del diseño del plan de mantenimiento en la empresa “INGB&R PLAST”.

Tabla 1 Descripción de materiales utilizados

N°	Denominación	Descripción	Imagen
1	Multímetro	Permite la medición de la tensión o el voltaje.	
2	Pinza Amperimétrica	Permite comprobar el paso de corriente en el conductor.	
3	Computador	Permite la recolección de información, su análisis y su clasificación.	
4	Nivel	Determinar la horizontalidad y verticalidad de los elementos	
5	Llaves Allen	Permite el ajuste y desajuste a los pernos	

2.2. Métodos

La elaboración del presente trabajo tiene un enfoque de investigación de carácter técnico, cuantitativo, de campo y bibliográfico, los cuales aportan al desarrollo del diagnóstico de diversos fallos y problemas relacionados con la maquinaria y el desarrollo del diseño del plan de mantenimiento.

Método técnico

El proyecto debe seguir la metodología técnica la cual es de ayuda para el cumplimiento de todos los lineamientos que se requieren para determinar la priorización del mantenimiento en la maquinaria en un lapso de tiempo establecido.

Método cuantitativo

Esta metodología será utilizada para el procesamiento de todos los datos que se van a recolectar de la maquinaria, cosa que será necesaria para llevar a cabo el análisis de criticidad y el análisis de fallos AMFE.

Método Bibliográfico

Para el desarrollo del diseño del plan de mantenimiento es indispensable la utilización de diversos libros y artículos de los cuales se extraerá la información de cómo se expresa, analiza, recolecta y procesa los diferentes datos obtenidos de las maquinarias, por otra parte, será necesaria la búsqueda de información mediante la ayuda de sitios web o de los mismos catálogos de los proveedores de maquinaria para localizar los distintos tipos de componentes de la maquinaria.

Método experimental

El proyecto es de carácter experimental debido a que se va a manipular las tasas de fallos y los posibles fallos en función del tiempo, que se obtienen mediante la recolección de información para poder realizar el diseño del plan de mantenimiento preventivo.

Método de campo

Este método es aplicado para la recolección de información y datos en tiempo real a

través del uso de las técnicas de recolección, siendo para este caso la planta de producción de la empresa el área dónde aplicará la recopilación de la información.

2.3. Diagrama de flujo para la elaboración del proyecto



Figura 1 Diagrama de flujo

2.4. Observación de la planta e identificación del proceso de elaboración

La empresa INGB&R PLAST es una empresa dedicada a la fabricación de suelas mediante inyección y fabricación de PVC, se encuentra ubicada en la Parroquia Santa Rosa de Ambato en el barrio Bella Vista, la planta consta con dos inyectoras, de la misma manera consta con una máquina estampadora para la elaboración de diseños en las plantas, para la fabricación del PVC la planta consta con una extrusora y un mixer que permite la dosificación y mezcla de la materia prima, para el reciclaje del material todas las suelas pasan por un molino de martillo con el fin de triturarlas para

reutilizarlas en el proceso, la planta consta con dos equipos auxiliares los cuales son un enfriador para mantener las máquinas a una temperatura que mejore su eficiencia en el funcionamiento y un compresor para la maquinaria.

2.4.1. Análisis del estado actual de la maquinaria

Se procedió a realizar un análisis del estado actual de la maquinaria en el cual se recolectó todos los datos técnicos de la maquinaria, encontrando que todas carecen de una codificación y ubicación específica, sin embargo, se encuentran algunas máquinas fuera de servicio debido a la falta de conexión a la electricidad, por otra parte ninguna de las máquinas de la planta consta con hojas o fichas de mantenimiento de años pasados por lo cual se ha tenido que proceder a identificar que algunas de las máquinas constan con componentes sin conexión y fugas de líquidos lubricantes. Las máquinas de la empresa se encuentran realizando sus funciones con normalidad careciendo de un plan de mantenimiento teniendo que proceder a realizar el mismo al presentarse problemas o averías.

2.5. Inventario de máquinas

Consiste en realizar un estudio preciso y de manera ordenada dentro de un área o planta, con el fin de identificar todos los bienes disponibles sean estos equipos o maquinaria, esta actividad debe estar codificada y enlistada con el fin de lograr una fácil localización en un momento requerido [6].

2.5.1. Codificación

Mediante la codificación se busca ubicar las máquinas de una manera más rápida y segura en un periodo más corto de tiempo [6].

La codificación de la maquinaria se encuentra estructurada de la siguiente manera:

BRP: Estas siglas representan el nombre de la empresa las cuales fueron tomadas en cuenta para la codificación.

A continuación, para la codificación del equipo se va a proceder con las iniciales del proceso que realiza, en la empresa existen cuatro tipos de procesos, estas iniciales serán agregadas después del nombre de la empresa en la codificación, a continuación, se detallarán los procesos con su respectiva inicial:

Proceso de inyección: INY

Proceso de extrusión y estampado: EXT

Proceso de mezclado y triturado: MZT

Procesos auxiliares: AUX

Por último, se encuentra la numeración de la máquina según el proceso los cuales constan de tres dígitos.

En base a todo lo anterior mencionado el inventario se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Inventario de máquinas de la empresa INGB&R PLAST

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC INVENTARIO DE MÁQUINAS	
ÍTE M	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
1	Inyección	Inyectadora monocolor	BRP-INY-001
2	Inyección	Inyectora bicolor	BRP-INY-002
3	Extrusión y estampado	Extrusor ZONCN	BRP-EXT-003
4	Extrusión y estampado	Estampadora de plantas	BRP-EXT-004
5	Mezclado y triturado	Mixer SRLZ	BRP-MZT-005
6	Mezclado y triturado	Molino de martillo	BRP-MZT-006
7	Auxiliares	Compresor	BRP-AUX-007
8	Auxiliares	Enfriador	BRP-AUX-008

2.6 Fichas técnicas

La Tarjeta Maestra de Datos (TMD) es la encargada de recolectar y almacenar toda la información tanto específica y general de los equipos o maquinaria, el objetivo de la ficha técnica es ser de ayuda en la planificación de un plan de mantenimiento, con este fin la ficha técnica debe contener información suficiente como: características generales(código, serie, marca), información comercial (país o ciudad), características operativas(dimensiones, condiciones de trabajo, etc.), todo esto como información obligatoria debido a que no posee un formato estandarizado [7].

2.6.1. Ficha técnica de la maquinaria de la empresa INGB&R PLAST.

En las tablas 3 - 10 se muestran las fichas técnicas de la maquinaria de la empresa INGB&R PLAST donde se muestra información detallada de las ocho máquinas de la empresa, considerando que la mayoría de ellas fueron adquiridas en el 2020, por lo que están en funcionamiento tres años.

Tabla 3 Ficha técnica - Inyectadora 1

INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°	1	FICHA DE:	MÁQUINA	x	COMPONENTE	SISTEMA	
ÁREA	INYECCIÓN		CÓDIGO		BRP-INY-001		
DESCRIPCIÓN	INYECTADORA MONOCOLOR		PROCEDENCIA		CHINA		
MODELO	KM-152-1C		N° DE SERIE		2051839		
MARCA	KINGTOUR		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				VELOCIDAD		1520 RPM	
				VOLTAJE		220v - 480v	
				AMPERAJE		10.8 A	
				POTENCIA		35Kw	
				FASES		3	
				FRECUENCIA		60Hz	
				CORRIENTE		Ac	
				CUENTA CON MANUAL			No
FUNCIÓN PRINCIPAL							
Fundir material para poder aplicarlo mediante presión hacia un molde con una forma deseada							

Tabla 4 Ficha técnica - Inyectadora 2

INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°	2	FICHA DE:	MÁQUINA	x	COMPONENTE	SISTEMA	
ÁREA	INYECCIÓN		CÓDIGO		BRP-INY-002		
DESCRIPCIÓN	INYECTORA BICOLOR		PROCEDENCIA		CHINA		
MODELO	JL-106-2C		N° DE SERIE		20190928		
MARCA	DONGGUAN KINGSTONE		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				VELOCIDAD		1650 RPM	
				VOLTAJE		220v - 480v	
				AMPERAJE		10.8 A	
				POTENCIA		35Kw	
				FASES		3	
				FRECUENCIA		60Hz	
				CORRIENTE		Ac	
				CUENTA CON MANUAL			
FUNCIÓN PRINCIPAL							
Fundir material para poder aplicarlo mediante presión hacia un molde con una forma deseada							

Tabla 5 Ficha técnica - Extrusora

INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°	3	FICHA DE:	MÁQUINA	x	COMPONENTE	SISTEMA	
ÁREA	Extrusión y estampado			CÓDIGO		BRP-EXT-003	
DESCRIPCIÓN	EXTRUSOR			PROCEDENCIA		CHINA	
MODELO	Z2000			N° DE SERIE		0418020201019 8	
MARCA	ZONCN			ESTADO		BUENO	
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				VELOCIDAD		1704 RPM	
				VOLTAJE		220v - 480v	
				AMPERAJE		10.8 A	
				POTENCIA		22Kw	
				FASES		3	
				FRECUENCIA		60Hz	
				CORRIENTE		Ac	
				CUENTA CON MANUAL			
FUNCIÓN PRINCIPAL							
Aplicar presión sobre medios sólidos y viscosos para forzar su paso a través de una boquilla con la forma deseada.							

Tabla 6 Ficha técnica - Estampadora

INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC								
FICHA TÉCNICA								
FICHA N°	4	FICHA DE:	MÁQUINA	x	COMPONENTE	SISTEMA		
			A		TE	A		
ÁREA		Extrusión y estampado			CÓDIGO		BRP-EXT-004	
DESCRIPCIÓN		ESTAMPADORA			PROCEDENCIA		CHINA	
MODELO		XXX 3D			N° DE SERIE		013960211666	
MARCA		XXX			ESTADO		BUENO	
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO					CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
								
					VELOCIDAD		1704 RPM	
					VOLTAJE		220v - 480v	
					AMPERAJE		10.8 ^a	
					POTENCIA		22 Kw	
					FASES		3	
					FRECUENCIA		60Hz	
					CORRIENTE		Ac	
CUENTA CON MANUAL			No					
FUNCIÓN PRINCIPAL								
Estampar las plantas mediante un sistema de termo conformado para la producción de calzado								

Tabla 7 Ficha técnica - Mixer


INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC									
FICHA TÉCNICA									
FICHA N°	5	FICHA DE:	MÁQUINA	x	COMPONENTE		SISTEMA		
ÁREA	MEZCLADO Y TRITURADO				CÓDIGO	BRP-MZT-005			
DESCRIPCIÓN	MIXER				PROCEDENCIA	CHINA			
MODELO	SRL-Z MIXER UNIT				N° DE SERIE	1015716880001197321			
MARCA	BEIDE				ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO					CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
					VELOCIDAD		776 RPM		
					VOLTAJE		220v - 480v		
					AMPERAJE		289.4 A		
					POTENCIA		76 Kw		
					FASES		3		
					FRECUENCIA		60Hz		
					CORRIENTE		Ac		
					CUENTA CON MANUAL			No	
FUNCIÓN PRINCIPAL									
Mezclar y triturar ingredientes para su respectiva dosificación.									

Tabla 8 Ficha técnica - Molino de martillos

INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°	6	FICHA DE:	MÁQUINA	x	COMPONENTE	SISTEMA	
ÁREA	MEZCLADO Y TRITURADO		CÓDIGO	BRP-MZT-006			
DESCRIPCIÓN	MOLINO DE MARTILLO		PROCEDENCIA	CHINA			
MODELO	YE3-160M-4		N° DE SERIE	0233			
MARCA	TAIZHOU LUQIAO YEXIANG		ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				VELOCIDAD		1765 RPM	
				VOLTAJE		220v - 480v	
				AMPERAJE		37.1 A	
				POTENCIA		11Kw	
				FASES		3	
				FRECUENCIA		50Hz	
				CORRIENTE		Ac	
				CUENTA CON MANUAL			
FUNCIÓN PRINCIPAL							
Fundir material para poder aplicarlo mediante presión hacia un molde con una forma deseada							

Tabla 9 Ficha técnica - Compresor

INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC								
FICHA TÉCNICA								
FICHA N°	7	FICHA DE:	MÁQUINA	x	COMPONENTE	SISTEMA		
ÁREA		AUXILIARES		CÓDIGO		BRP-AUX-007		
DESCRIPCIÓN		ENFRIADOR		PROCEDENCIA		CHINA		
MODELO		ESSA-12IDTN		N° DE SERIE		YSWF74L47P4		
MARCA		MGREENBELT		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
				VELOCIDAD		11587 RPM		
				VOLTAJE		220v - 480v		
				AMPERAJE		6.2 A		
				POTENCIA		5.7 Kw		
				FASES		3		
				FRECUENCIA		60Hz		
				CORRIENTE		Ac		
				CUENTA CON MANUAL			Si	
FUNCIÓN PRINCIPAL								
Refrigerar los líquidos de las máquinas con el fin de eliminar el calor producido canalizándolo de nuevo al retorno								



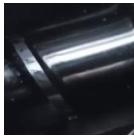





Tabla 10 Ficha técnica - Compresor


INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°	8	FICHA DE:	MÁQUIN A	x	COMPONENT E	SISTEM A	
ÁREA	AUXILIARES		CÓDIGO		BRP-AUX-008		
DESCRIPCIÓN	COMPRESOR		PROCEDENCIA		CHINA		
MODELO	CHI3947		N° DE SERIE		YSWF74L47P4		
MARCA	EAGLE		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				CAPACIDAD		66 GAL	
				VOLTAJE		220v - 480v	
				AMPERAJE		6.2 A	
				POTENCIA		2.2Kw	
				FASES		3	
				FRECUENCIA		60Hz	
				CORRIENTE		Ac	
				CUENTA CON MANUAL			
FUNCIÓN PRINCIPAL							
Tomar aire del ambiente, almacenarlo y comprimirlo, para poder usarlo en maquinaria							








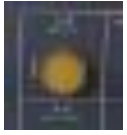
2.6.2. Sistemas y elementos de cada máquina

Se va a documentar cada sistema y componente de cada máquina, con la finalidad de tenerlos identificados al momento de realizar el análisis AMFE y criticidad. En las tablas 11 - 18 se muestran los sistemas y componentes de la maquinaria de la empresa.

Tabla 11 Sistemas y componentes - Inyectadora 1

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	KM-152-1C	
MARCA	KINGTOUR	CÓDIGO	BRP-INY-001	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Mecánico	Bancada	Soportar las piezas en movimiento.		INY-001-M01
	Husillo	Plastificar, homogeneizar y transformar el polímero.		INY-001-M02
	Tolva de alimentación	Transportar y manejar productos sólidos de forma granulada o pulverizada.		INY-001-M03
	Transmisión	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la inyectora.		INY-001-M04
	Boquilla	Dosificar la cantidad de material que se inyectará en el molde.		INY-001-M05
	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos de la inyectora.		INY-001-M06
	Transmisión mesa	Mover la mesa después de cada periodo de inyección		INY-001-M07

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	KM-152-1C	
MARCA	KINGTOUR	CÓDIGO	BRP-INY-001	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Disco dentado	Girar la mesa después de cada inyección		INY-001-M08
	Mesa	ver la mesa después de cada periodo de inyección		INY-001-M09
Eléctrico	Motor	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.		INY-001-EL01
	Termocuplas	Medir la temperatura en tiempo real de los calentadores		INY-001-EL02
	Calentadores	Calentar de manera uniforme el material hasta obtener una viscosidad óptima		INY-001-EL03
	Breakers	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía		INY-001-EL04
	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de		INY-001-EL05

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	KM-152-1C	
MARCA	KINGTOUR	CÓDIGO	BRP-INY-001	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		una carga		
	Relés térmicos	Proteger los motores eléctricos		INY-001-EL06
Control	PLC	Activar los componentes de la máquina para que desarrollen actividades con precisión y repetitivas		INY-001-C01
	Pantalla de control	Permitir el control básico de todo el sistema		INY-001-C02
	Sensores	Procesar las señales eléctricas para transformarlo en una acción física		INY-001-C03
	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario		INY-001-C04
	Switch	Unir dispositivos en la red eléctrica		INY-001-C05
	Luces piloto	Iluminar y señalar los estados del proceso que se va a		INY-001-C06





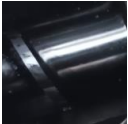










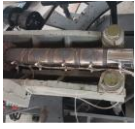

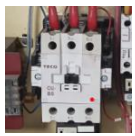








		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	KM-152-1C	
MARCA	KINGTOUR	CÓDIGO	BRP-INY-001	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		llevar a cabo		
	Botones de emergencia	Interrumpir las fuentes de alimentación de energía		INY-001-C07
Hidráulico	Cilindro hidráulico	Empujar la placa porta moldes hacia la boquilla de inyección		INY-001-H01
	Pistón del husillo	Transmitir el movimiento lineal del husillo en el proceso de inyección		INY-001-H02
	Válvulas electrohidráulicas	Variar la velocidad del cilindro		INY-001-H03
	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.		INY-001-H04
	Pistón de la boquilla	Empujar el fluido hacia el molde		INY-001-H05
Enfriamiento	Ventiladores	Enfriar el material inyectado para extraerlo de los moldes		INY-001-EF01
	Evaporador	Refrigerar la máquina para mejorar la eficiencia		INY-001-EF02

Tabla 12 Sistemas y componentes - Inyectadora 2

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	JL-106-2C	
MARCA	DONGGUAN	CÓDIGO	BRP-INY-002	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Mecánico	Bancada	Soportar las piezas en movimiento.		INY-002-M01
	Husillo	Plastificar, homogeneizar y transformar el polímero.		INY-002-M02
	Tolva de alimentación	Transportar y manejar productos sólidos de forma granulada o pulverizada.		INY-002-M03
	Transmisión	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la inyectora.		INY-002-M04
	Boquilla	Dosificar la cantidad de material que se inyectará en el molde.		INY-002-M05
	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos de la inyectora.		INY-002-M06
	Transmisión mesa	Mover la mesa después de cada periodo de inyección		INY-002-M07

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	JL-106-2C	
MARCA	DONGGUAN	CÓDIGO	BRP-INY-002	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Disco dentado	Girar la mesa después de cada inyección		INY-002-M08
	Mesa	Mover la mesa después de cada periodo de inyección		INY-002-M09
Eléctrico	Motor	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.		INY-002-EL01
	Termocuplas	Medir la temperatura en tiempo real de los calentadores		INY-002-EL02
	Calentadores	Calentar de manera uniforme el material hasta obtener una viscosidad óptima		INY-002-EL03
	Breakers	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía		INY-002-EL04
	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga		INY-002-EL05

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	JL-106-2C	
MARCA	DONGGUAN	CÓDIGO	BRP-INY-002	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Relés térmicos	Proteger los motores eléctricos		INY-002-EL06
	PLC	Activar los componentes de la máquina para que desarrollen actividades con precisión y repetitivas		INY-002-EL07
Control	Pantalla de control	Permitir el control básico de todo el sistema		INY-002-C01
	Sensores	Procesar las señales eléctricas para transformarlo en una acción física		INY-002-C02
	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario		INY-002-C03
	Switch	Unir dispositivos en la red eléctrica		INY-002-C04
	Luces piloto	Iluminar y señalar los estados del proceso que se va a llevar a cabo		INY-002-C05


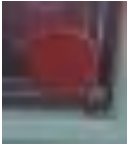









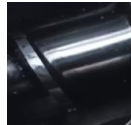














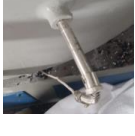










		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	INYECTADORA	MODELO	JL-106-2C	
MARCA	DONGGUAN	CÓDIGO	BRP-INY-002	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Botones de emergencia	Interrumpir las fuentes de alimentación de energía		INY-002-C06
Hidráulico	Cilindro hidráulico	Empujar la placa porta moldes hacia la boquilla de inyección		INY-002-H01
	Pistón del husillo	Transmitir el movimiento lineal del husillo en el proceso de inyección		INY-002-H02
	Válvulas electrohidráulicas	Variar la velocidad del cilindro		INY-002-H03
	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.		INY-002-H04
	Pistón de la boquilla	Empujar el fluido hacia el molde		INY-002-H05
Enfriamiento	Ventiladores	Enfriar el material inyectado para extraerlo de los moldes		INY-002-EF01
	Evaporador	Refrigerar la máquina para mejorar la eficiencia		INY-002-EF02

Tabla 13 Sistemas y componentes - Extrusora

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	EXTRUSORA	MODELO	Z2000	
MARCA	ZONC	CÓDIGO	BRP-EXT-003	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Mecánico	Bancada	Soportar las piezas en movimiento.		EXT-003-M01
	Husillos	Plastificar, homogeneizar y transformar el polímero.		EXT-003-M02
	Tolva de alimentación	Transportar y manejar productos sólidos de forma granulada o pulverizada.		EXT-003-M03
	Transmisión	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la extrusora.		EXT-003-M04
	Transmisión tolva	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la extrusora.		EXT-003-M05
	Blower	Impulsar el material hasta la parte final del proceso		EXT-003-M06
	Cabezal	Calentar el material hasta el punto de que se llegue a plastificar		EXT-003-M07
	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos de la extrusora.		EXT-003-M08

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	EXTRUSORA	MODELO	Z2000	
MARCA	ZONC	CÓDIGO	BRP-EXT-003	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Cuchillas	Cortar el material extruido		EXT-003-M09
	Tubos y tolvas de transporte	Transportar el material extruido y cortado para ser almacenado		EXT-003-M10
	Filtro	Recoger las impurezas del material antes de salir por el cabezal		EXT-003-M11
Eléctrico	Motor	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.		EXT-003-E01
	Motor de la tolva	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de control de admisión de material.		EXT-003-EL02
	Motor cuchillas	Impulsa las cuchillas de corte para cortar el material.		EXT-003-EL03
	Motor blower	Impulsar el material a la parte final del proceso		EXT-003-EL04
	Termocuplas	Medir la temperatura en tiempo real de los calentadores		EXT-003-EL05
	Calentadores	Calentar de manera uniforme el material hasta obtener una viscosidad óptima		EXT-003-EL06

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	EXTRUSORA	MODELO	Z2000	
MARCA	ZONC	CÓDIGO	BRP-EXT-003	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Breakers	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía		EXT-003-EL07
	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga		EXT-003-EL08
	Relés térmicos	Proteger los motores eléctricos		EXT-003-EL09
Control	PLC	Activar los componentes de la máquina para que desarrollen actividades con precisión y repetitivas		EXT-003-C01
	Panel de control	Permitir el control básico de todo el sistema		EXT-003-C02
	Sensores	Procesar las señales eléctricas para transformarlo en una acción física		EXT-003-C03
	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario		EXT-003-C04
	Switch	Unir dispositivos en la red eléctrica		EXT-003-C05








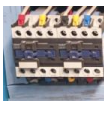








		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	EXTRUSORA	MODELO	Z2000	
MARCA	ZONC	CÓDIGO	BRP-EXT-003	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Luces piloto	Iluminar y señalar los estados del proceso que se va a llevar a cabo		EXT-003-C06
	Botones de emergencia	Interrumpir las fuentes de alimentación de energía		EXT-003-C07
Enfriamiento	Ventiladores	Enfriar el material inyectado para extraerlo de los moldes		EXT-003-EF01
	Evaporador	Refrigerar la máquina para mejorar la eficiencia		EXT-003-EF02

Tabla 14 Sistemas y componentes - Estampadora

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	ESTAMPADORA	MODELO	XXX 3D	
MARCA	XXX	CÓDIGO	BRP-MZT-004	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Mecánico	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos de la estampadora		MZT-004-M01
	Placa de sujeción	Presionar las plantas y el papel estampe mientras se realiza el proceso		MZT-004-M02
	Piñones	Elemento motriz que funciona con cadena o cremallera		MZT-004-M03
	Cadena	Transmitir la fuerza del motor hacia los piñones		MZT-004-M04
Neumático	Electroválvulas	Abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos		MZT-004-N01
	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso		MZT-004-N02
	Pistón	Producir una fuerza y desplazamiento mediante el aire comprimido		MZT-004-N03
Eléctrico	Contactores	Cerrar o abrir circuitos eléctricos, transportando la		MZT-004-EL01

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	ESTAMPADORA	MODELO	XXX 3D	
MARCA	XXX	CÓDIGO	BRP-MZT-004	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		corriente desde la red a la carga		
	Relés térmicos	Proteger a los motores eléctricos.		MZT-004-EL02
	Breaker	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía		MZT-004-EL03
	Electroventilador	Reducir la temperatura de los componentes internos de la estampadora		MZT-004-EL04
	Bomba	Transportar el fluido de un lugar a otro		MZT-004-EL05
	Calentadores	Calentar y mantener la temperatura a través de una resistencia eléctrica.		MZT-004-EL06
	Motor eléctrico	Impulsar la rotación de los rodillos mediante la polea o cadena		MZT-004-EL07
Control	Panel de control	Permitir el control básico de todo el sistema		MZT-004-C01








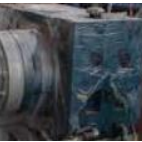

























		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	ESTAMPADORA	MODELO	XXX 3D	
MARCA	XXX	CÓDIGO	BRP-MZT-004	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario		MZT-004-C02
	Luz piloto	Iluminar y señalar los estados del proceso que se va a llevar a cabo		MZT-004-C03
	Microprocesador	Gestionar y controlar el funcionamiento de la estampadora		MZT-004-C04

Tabla 15 Sistemas y componentes - Mixer

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	MIXER	MODELO	SRL-Z MIXER UNIT	
MARCA	BEIDE	CÓDIGO	BRP-MZT-005	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Mecánico	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos del mixer.		MZT-005-M01
	Caja reductora 1	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento del mixer.		MZT-005-M02
	Caja reductora 2	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento del mixer.		MZT-005-M03
	Aspas 1	Mezclar con alto cizallamiento y dispersión.		MZT-005-M04
	Aspas 2	Mezclar con alto cizallamiento y dispersión.		MZT-005-M05
	Tanque 1	Almacenar y permitir la realización de la mezcla de componentes		MZT-005-M06
	Tanque 2	Almacenar y		MZT-005-








		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	MIXER	MODELO	SRL-Z MIXER UNIT	
MARCA	BEIDE	CÓDIGO	BRP-MZT-005	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		permitir la realización de la mezcla de componentes		M07
Neumático	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.		MZT-005-N01
	Unidad de mantenimiento	Depurar el aire comprimido en una planta industrial, regular y lubricar.		MZT-005-N02
	Pistón 1	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.		MZT-005-N03
	Pistón 2	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.		MZT-005-N04
	Pistón tapa 1	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.		MZT-005-N05
	Pistón tapa 2	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir		MZT-005-N06

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	MIXER	MODELO	SRL-Z MIXER UNIT	
MARCA	BEIDE	CÓDIGO	BRP-MZT-005	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		movimiento.		
Eléctrico	Termocupla 1	Herramienta de medición de temperatura muy útil y de amplio despliegue		MZT-005-EL01
	Termocupla material	Herramienta de medición de temperatura muy útil y de amplio despliegue		MZT-005-EL02
	Termocupla 2	Herramienta de medición de temperatura muy útil y de amplio despliegue		MZT-005-EL03
	Luces piloto	Iluminar y señalizar los estados del proceso que se va a llevar a cabo		MZT-005-EL04
	Switches	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía		MZT-005-EL05
	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario		MZT-005-EL06

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	MIXER	MODELO	SRL-Z MIXER UNIT	
MARCA	BEIDE	CÓDIGO	BRP-MZT-005	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Cables	Transportar la energía eléctrica de un punto a otro.		MZT-005-EL07
	Motor 1	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.		MZT-005-EL08
	Motor 2	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.		MZT-005-EL09
Control	Driver	Gestionar y controlar el funcionamiento del enfriador.		MZT-005-C01
	Breaker	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía		MZT-005-C02
	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga		MZT-005-C03

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	MIXER	MODELO	SRL-Z MIXER UNIT	
MARCA	BEIDE	CÓDIGO	BRP-MZT-005	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
	Relés térmicos	Proteger a los motores eléctricos.		MZT-005-C04
Enfriamiento	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.		MZT-005-EF01
	Serpentín	Enfriar el material que se encuentra dentro del tanque		MZT-005-EF02








Tabla 16 Sistemas y componentes - Molino de martillos

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	MOLINO DE MARTILLO	MODELO	YE3-160M-4	
MARCA	TAIZHOU LUQIAO YEXIANG	CÓDIGO	BRP-MZT-006	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Mecánico	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos del molino		MZT-006-M01
	Martillos	Impactar reiteradamente para destruir y desintegrar el material		MZT-006-M02
	Rotor	Reducir el peso y aumentar el rendimiento del Molino		MZT-006-M03
	Poleas	Transmitir la fuerza del motor hacia el disco que porta los martillos de manera cómoda		MZT-006-M04
	Bandas	Transmitir la fuerza del motor hacia los martillos		MZT-006-M05
	Pantalla	Regular el tamaño de la particular final de descarga		MZT-006-M06

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	MOLINO DE MARTILLO	MODELO	YE3-160M-4	
MARCA	TAIZHOU LUQIAO YEXIANG	CÓDIGO	BRP-MZT-006	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Eléctrico	Motor eléctrico	Impulsar la rotación de los martillos y de todo el molino		MZT-006-EL01
	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario		MZT-006-EL02
	Sensor	Emitir señal si la tapa que cubre los martillos se encuentra abierta		MZT-006-EL03
	Contactores	Cerrar o abrir circuitos eléctricos, transportando la corriente desde la red a la carga		MZT-006-EL04

Tabla 17 Sistemas y componentes - Enfriador

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	ENFRIADOR	MODELO	ESSA-12IDTN	
MARCA	MGREENBELT	CÓDIGO	BRP-AUX-007	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Hidráulico	Separador de aceite	Asegurar que no se encuentre ningún residuo de aceite en el aire comprimido		AUX-007-H01
	Condensador de aleta y tubo	Intercambiar el calor que transforma el refrigerante de gas a líquido.		AUX-007-H02
	Compresor	Permitir al refrigerante en estado líquido circular en el sistema hasta llegar al condensador en forma de gas.		AUX-007-H03
	Evaporador	Transferir el calor del líquido para enfriar el refrigerante en punto de saturación.		AUX-007-H04
	Separador de vapor líquido	Eliminar gotas de aire suspendidas en las corrientes de		AUX-007-H05

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	ENFRIADOR	MODELO	ESSA-12IDTN	
MARCA	MGREENBELT	CÓDIGO	BRP-AUX-007	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		aire		
	Torre de enfriamiento	Reducir la temperatura del agua.		AUX-007-H06
Control	Panel de control	Permitir el control básico de todo el sistema		AUX-007-C01
	Microprocesador	Gestionar y controlar el funcionamiento del enfriador.		AUX-007-C02
	Contactores	Cerrar o abrir circuitos eléctricos, transportando la corriente desde la red a la carga		AUX-007-C03
	Switch	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía		AUX-007-C04
	Manómetros	Regula el suministro del líquido refrigerante al evaporador y		AUX-007-C05


		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	ENFRIADOR	MODELO	ESSA-12IDTN	
MARCA	MGREENBELT	CÓDIGO	BRP-AUX-007	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		reduce la presión de este para su vaporización al punto que se requiera.		
Enfriamiento	Ventiladores	Obligar al refrigerante a convertirse nuevamente en líquido mediante un flujo de aire que circula a través de las aletas de aluminio.		AUX-007- EF01

Tabla 18 Sistemas y componentes - Compresor

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	COMPRESOR	MODELO	CHI3947	
MARCA	EAGLE	CÓDIGO	BRP-AUX-008	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
Mecánico	Rotores	Girar a alta velocidad para crear una cámara en el cual se comprime el aire descargado de la atmósfera		AUX-008-M01
	Cilindro	Cámara por la que pasa el aire, almacena a los rotores.		AUX-008-M02
	Tanque	Mantener y almacenar de manera segura el aire hasta su uso		AUX-008-M03
	Separador de aceite	Asegurar que no se encuentre ningún residuo de aceite en el aire comprimido		AUX-008-M04
	Enfriador de aceite	Mantener el aceite en un rango de temperatura óptimo		AUX-008-M05
Neumático	Válvula de succión	Permite la entrada de aire en los rotores cuando sea necesario		AUX-008-N01
	Válvula de descarga	Liberar el aire en el tanque para su		AUX-008-N02

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		
MÁQUINA	COMPRESOR	MODELO	CHI3947	
MARCA	EAGLE	CÓDIGO	BRP-AUX-008	
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	IMAGEN	CÓDIGO
		almacenamiento o aplicación inmediata		
	Mangueras	Mover el aire comprimido del tanque a las diferentes ubicaciones de uso		AUX-008-N03
Eléctrico	Motor eléctrico	Impulsar la rotación de los tornillos y de todo el compresor		AUX-008-EL01
	Sistema de control	Regular las diferentes partes del compresor y los parámetros de funcionamiento		AUX-008-EL02
Filtrado	Filtro de aire	Contrarresta el polvo, la humedad y las partículas de aire minimizando el daño en el interior		AUX-008-F01
	Filtro de aceite	Limpia y mantiene la pureza del aire comprimido		AUX-008-F02

2.7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA

La criticidad se define como el índice de severidad numérica de un fallo acompañado con la frecuencia de la ocurrencia que se usa para organizar y reconocer los activos de una empresa [5].

Modelo de criticidad semicuantitativo

El modelo de criticidad total por riesgo (CTR) es un análisis técnico semicuantitativo, entendido como el resultado de multiplicar la frecuencia con la que ocurre una falla por la severidad de esta.

Según [5], [8], las ecuaciones que se muestran a continuación intervienen en la jerarquización de los componentes y sistemas a partir del modelo CTR.

$$\text{Criticidad Total} = FF * C \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

FF: Es la frecuencia de fallos en un periodo de tiempo

C: Son las consecuencias por las que se produce el fallo

$$\text{Consecuencia de fallos} = (IO * FO) + CM + SAH \quad \text{Ec. (2)}$$

De donde:

IO: Es el impacto operacional de la elaboración del producto

FO: Es la flexibilidad que se tiene en el proceso

CM: Es el indicador de costos de los arreglos que se puedan presentar en los elementos.

SAH: Es el indicador de la seguridad de ambiente e higiene.


Los resultados de la ponderación del CTR son representados mediante la realización de una matriz [9].

El formato de la matriz permite la jerarquización de los sistemas y componentes en tres zonas:

- La zona no crítica (NC) se representa con color blanco en esta se encuentran elementos no críticos o de baja criticidad.
- La zona de criticidad media (MC) es representada con color amarillo en esta zona se encuentran elementos y componentes de mediana criticidad.
- La zona crítica (C) es representada con color rojo en esta zona se encuentran los elementos de mayor criticidad para el funcionamiento de la maquinaria.

En las tablas 19 - 26 se muestra el análisis de criticidad de la empresa INGB&R PLAST.

Tabla 19 Matriz criticidad - Inyectadora 1

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC			Máquina	Inyectadora	Código	INY-001	
				Código	BRP-INY-001	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
MATRIZ DE CRITICIDAD				Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Bancada	4	4	1	1	18	1	18	NC
Husillo	10	2	1	1	22	3	66	C
Tolva de alimentación	1	2	1	1	4	1	4	NC
Transmisión	6	3	1	1	20	2	40	MC
Boquilla	8	3	1	1	26	2	52	MC
Estructura	4	4	1	1	18	1	18	NC
Transmisión mesa	6	3	1	2	21	2	42	MC
Disco dentado	6	5	1	1	32	1	32	MC
Mesa	4	4	1	1	18	1	18	NC
Motor	6	2	1	1	14	1	14	NC
Termocuplas	6	3	1	1	20	2	40	MC
Calentadores	10	4	1	1	42	1	42	MC
Breakers	2	1	1	1	4	1	4	NC
Contactores	9	3	1	1	29	1	29	MC
Relés térmicos	2	1	1	1	4	1	4	NC
PLC	8	3	1	1	26	2	52	MC
Pantalla de control	6	3	1	1	20	2	40	MC
Sensores	7	3	1	1	23	2	46	MC
Botones	2	2	1	1	6	1	6	NC



	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Inyectora	Código	INY-001	
				Código	BRP-INY-001	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
MATRIZ DE CRITICIDAD				Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Switch	2	1	1	1	4	1	4	NC
Luces piloto	1	1	1	1	3	1	3	NC
Botones de emergencia	1	1	1	1	3	1	3	NC
Cilindro hidráulico	7	4	1	1	30	2	60	C
pistón del husillo	9	4	1	1	38	2	76	C
Válvulas electrohidráulicas	9	3	1	1	29	1	29	MC
Mangueras	5	1	1	1	7	1	7	NC
Pistón de la boquilla	7	4	1	1	30	1	30	MC
Ventiladores	7	4	1	2	31	1	31	MC
Evaporador	4	3	1	1	14	2	28	MC
PROMEDIO							28,89655172	

Tabla 20 Matriz criticidad - Inyectadora 2

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Inyectadora	Código	INY-002	
				Código	BRP-INY-002	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Bancada	4	4	1	1	18	1	18	NC
Husillo	10	2	1	1	22	3	66	C
Tolva de alimentación	1	2	1	1	4	1	4	NC
Transmisión	6	3	1	2	21	2	42	MC
Boquilla	6	1	1	1	8	1	8	NC
Estructura	4	2	1	1	10	1	10	NC
Transmisión mesa	6	2	1	1	14	2	28	MC
Disco dentado	3	2	1	1	8	1	8	NC
Mesa	4	3	1	1	14	1	14	NC
Motor	7	4	1	1	30	1	30	MC
Termocuplas	7	2	1	1	16	2	32	MC
Calentadores	10	4	1	1	42	1	42	MC
Breakers	2	1	1	1	4	1	4	NC
Contactores	7	3	1	1	23	2	46	MC
Relés térmicos	2	1	1	1	4	1	4	NC
PLC	7	3	1	1	23	2	46	MC
Pantalla de control	8	3	1	1	26	1	26	MC
Sensores	3	2	1	1	8	1	8	MC
Botones	4	2	1	1	10	1	10	NC
Switch	2	1	1	1	4	1	4	NC



	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Inyectadora	Código	INY-002	
				Código	BRP-INY-002	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Luces piloto	1	1	1	1	3	1	3	NC
Botones de emergencia	1	1	1	1	3	1	3	NC
Cilindro hidráulico	7	4	1	1	30	2	60	C
Pistón del husillo	9	4	1	1	38	2	76	C
Válvulas electrohidráulicas	8	2	1	1	18	2	36	MC
Mangueras	5	1	1	1	7	1	7	NC
Pistón de la boquilla	6	4	1	1	26	2	52	C
Ventiladores	8	3	1	1	26	1	26	MC
Evaporador	8	3	1	1	26	1	26	MC
					PROMEDIO		25.482759	

Tabla 21 Matriz criticidad - Extrusora

 <small>INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC</small>	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Extrusora	Código	EXT-003	
				Código	BRP-EXT-003	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	Fecha elabo.	1/6/2023		Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha Rev.	2/6/2023		Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Bancada	5	4	1	1	22	1	22	MC
Husillo	8	2	1	1	18	3	54	C
Tolva de alimentación	1	4	1	1	6	1	6	NC
Transmisión	7	2	1	2	17	2	34	MC
Transmisión tolva	6	2	1	2	15	1	15	MC
Blower	4	1	1	2	7	1	7	NC
Cabezal	7	4	1	1	30	1	30	MC
Estructura	5	4	1	1	22	1	22	MC
Cuchillas	2	2	1	1	6	1	6	NC
Tubos de transporte	2	2	1	1	6	1	6	NC
Filtro	6	1	1	1	8	4	32	MC
Motor	7	3	1	1	23	1	23	MC
Motor de la tolva	5	2	1	1	12	1	12	NC
Motor cuchillas	5	2	1	1	12	1	12	NC
Motor blower	4	2	1	1	10	1	10	NC
Termocuplas	5	3	1	1	17	1	17	MC
Calentadores	9	4	1	1	38	1	38	C
Breakers	4	1	1	1	6	1	6	NC
Contactores	6	1	1	1	8	1	8	NC
Relés térmicos	2	1	1	1	4	1	4	NC


 <small>INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC</small>	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Extrusora	Código	EXT-003	
				Código	BRP-EXT-003	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
PLC	8	2	1	1	18	1	18	MC
Panel de control	5	3	1	1	17	1	17	MC
Sensores	6	3	1	1	20	1	20	MC
Botones	5	1	1	1	7	1	7	NC
Switch	2	1	1	1	4	1	4	NC
Luces piloto	1	1	1	1	3	1	3	NC
Botones de emergencia	1	1	1	1	3	1	3	NC
Ventiladores	5	3	1	1	17	1	17	MC
Evaporador	6	3	1	1	20	1	20	MC
					PROMEDIO		16,3103448	

Tabla 22 Matriz criticidad - Estampadora



	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Estampadora	Código	EXT-004	
				Código	BRP-EXT-004	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Estructura	6	4	1	1	26	1	26	MC
Placa de sujeción	4	4	1	2	19	2	38	C
Placa de sujeción	4	5	1	2	23	2	46	C
Piñones	3	2	1	1	8	1	8	NC
Cadena	4	2	1	1	10	2	20	MC
Electroválvulas	6	2	1	1	14	1	14	NC
Mangueras	4	1	1	1	6	2	12	NC
Pistón	7	4	1	1	30	1	30	MC
Contactores	6	1	1	1	8	1	8	NC
Relés térmicos	2	1	1	1	4	1	4	NC
Breaker	4	1	1	1	6	1	6	NC
Electroventilador	3	2	1	1	8	1	8	NC
Bomba	2	2	1	1	6	1	6	NC
Calentadores	7	4	1	1	30	1	30	MC
Motor eléctrico	8	2	1	1	18	1	18	MC
Panel de control	7	3	1	1	23	1	23	MC
Botones	5	1	1	1	7	1	7	NC
Luz piloto	1	1	1	1	3	1	3	NC
Microprocesador	9	2	1	1	20	1	20	MC
PROMEDIO							17,2105263	

Tabla 23 Matriz criticidad - Mixer

 <small>INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC</small>	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Mixer	Código	MTZ-005	
				Código	BRP-MTZ-005	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	Fecha elabo.	1/6/2023		Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Estructura	7	4	1	1	30	1	30	C
Caja reductora 1	6	2	1	2	15	2	30	C
Caja reductora 2	6	2	1	2	15	2	30	C
Aspas 1	7	2	1	2	17	1	17	MC
Aspas 2	7	2	1	2	17	1	17	MC
Tanque 1	8	4	1	1	34	1	34	C
Tanque 2	8	4	1	1	34	1	34	C
Mangueras	5	1	1	1	7	1	7	NC
Unidad de Mantenimiento	3	2	1	1	8	1	8	NC
Pistón 1	6	3	1	1	20	1	20	MC
Pistón 2	6	3	1	1	20	1	20	MC
Pistón tapa 1	6	3	1	1	20	1	20	MC
Pistón tapa 2	6	3	1	1	20	1	20	MC
Termocupla 1	6	3	1	1	20	1	20	MC
Termocupla material	6	3	1	1	20	1	20	MC
Termocupla 2	6	3	1	1	20	1	20	MC
Luces piloto	1	1	1	1	3	1	3	NC
Switches	2	1	1	1	4	1	4	NC
Botones	3	1	1	1	5	1	5	NC
Cables	4	1	1	1	6	1	6	NC
Motor 1	5	3	1	1	17	1	17	MC
Motor 2	5	3	1	1	17	1	17	MC
Driver	8	4	1	1	34	1	34	C

 <small>INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC</small>	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Mixer	Código	MTZ-005	
				Código	BRP-MTZ-005	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Breaker	3	1	1	1	5	1	5	NC
Contactores	7	1	1	1	9	1	9	NC
Relés térmicos	3	1	1	1	5	1	5	NC
Mangueras	4	1	1	1	6	1	6	NC
Serpentín	5	3	1	1	17	1	17	MC
					PROMEDIO		16,9642857	

Tabla 24 Matriz criticidad - Molino de martillo


	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Molino	Código	MZT-006	
				Código	BRP-MZT-006	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
				Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Estructura	6	4	1	1	26	1	26	MC
Martillos	8	4	1	2	35	2	70	C
Rotor	8	4	1	1	34	2	68	C
Poleas	3	1	1	1	5	1	5	NC
Bandas	2	1	1	1	4	1	4	NC
Pantalla	6	4	1	1	26	1	26	MC
Motor eléctrico	8	3	1	1	26	1	26	MC
Botones	2	1	1	1	4	1	4	NC
Sensor	2	1	1	1	4	1	4	NC
Contactores	6	4	1	1	26	1	26	NC
PROMEDIO							25,9	

Tabla 25 Matriz criticidad - Enfriador



	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Enfriador	Código	AUX-007	
				Código	BRP-AUX-007	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	Fecha elabo.	1/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros				
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Separador de aceite	7	4	1	1	30	1	30	C
Condensador de aleta y tubo	8	4	1	1	34	1	34	C
Compresor	8	4	1	1	34	1	34	C
Evaporador	7	4	1	1	30	1	30	C
Separador de vapor líquido	6	4	1	1	26	1	26	MC
Torre de enfriamiento	7	3	1	1	23	1	23	MC
Panel de control	6	3	1	1	20	1	20	MC
Microprocesador	8	3	1	1	26	1	26	MC
Contactores	8	3	1	1	26	1	26	MC
Switch	2	1	1	1	4	1	4	NC
Manómetros	2	1	1	1	4	1	4	NC
Ventiladores	8	2	1	2	19	2	38	C
					PROMEDIO		24,5833333	

Tabla 26 Matriz criticidad - Compresor

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACION DE PVC			Máquina	Compresor	Código	AUX-008	
				Código	BRP-AUX-008	Responsable.	Alfredo Ballesteros	
	Fecha elabo.	1/6/2023		Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
	MATRIZ DE CRITICIDAD			Fecha Rev.	2/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carillo	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SAH	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Rotores	9	4	1	2	39	2	78	C
Cilindro	6	4	1	2	27	1	27	MC
Tanque	7	4	1	1	30	1	30	MC
Separador de aceite	4	2	1	1	10	1	10	NC
Enfriador de aceite	5	2	1	1	12	1	12	NC
Válvula de succión	6	1	1	1	8	1	8	NC
Válvula de descarga	3	1	1	1	5	1	5	NC
Mangueras	5	1	1	1	7	1	7	NC
Motor eléctrico	8	3	1	1	26	1	26	MC
Sistema de control	6	3	1	1	20	1	20	MC
Filtro de aire	2	1	1	1	4	1	4	NC
Filtro de aceite	3	1	1	1	5	1	5	NC
PROMEDIO							19,3333333	

2.8. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Es un método de prevención de riesgos cualitativo e inductivo, debido a sus características, buscando medios para evitar fallos y desviaciones de rendimiento [10].

2.8.1. Índice de prioridad de riesgos

El índice de prioridad de riesgos (IPR) es un valor que jerarquiza las fallas identificando los ítems más críticos para optimizar las tareas de mantenimiento, este se obtiene mediante la multiplicación de los valores de frecuencia (F) que es la posibilidad con la que se presentara una falla, por la gravedad (G) que es el nivel de severidad o peligro de una falla notada por un operario, y por la detectabilidad (D) que es la posibilidad de que se encuentre la falla antes de utilizar la maquinaria [10].

$$IPR = F * G * D \quad \text{Ec. (3)}$$

Tabla 27 Criterios para valorar el IPR [10]

VALOR	CRITERIO
500-1000	Elevado riesgo de presentarse fallas
125-499	Medio riesgo de presentarse fallas
1-124	bajo riesgo de presentarse fallas
0	Ningún riesgo de presentarse fallas


2.8.2 MATRIZ AMFE


- Máquina: conjunto de partes móviles y fijas, que ejecutan un trabajo con un propósito determinado encargándose de convertir la materia prima en producto [10].
- Función: actividad que desempeña un componente dentro de un proceso de producción.
- Modo de fallo: indica el motivo por el cual se presentan las anomalías de insuficiencia de producción en la maquinaria [10].
- Causas del modo de fallo: es la razón inicial por la que se puede producir el fallo y como este afecta al funcionamiento del resto de componentes.
- Acción correctiva: Son actividades que se implementaran para una rápida prevención y descubrimiento de posibles fallos.


2.8.3 MATRIZ AMFE DE LA EMPRESA INGB&R PLAST

En las tablas 28 - 35 se muestran las matrices AMFE de la empresa INGB&R PLAST.

Tabla 28 Matriz AMFE - Inyectadora 1

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Inyectadora	Código				INY-001
				Código	BRP-INY-001	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Bancada	Soportar las piezas en movimiento.	Presencia de grietas o fracturas	Exceso de cargas cíclicas repetitivas, sobrecarga de peso	Vibraciones en la maquinaria, baja de rendimiento en el proceso	4	2	1	8	Revisión, corrección de vibraciones y recubrimiento de la bancada
2	Husillo	Plastificar, homogeneizar y transformar el polímero.	Juego o holgura en el sistema	Contacto constante de las superficies del husillo con las partes móviles	Daño de elementos y paro de la maquinaria	7	8	9	504	Revisión, limpieza y rectificación del husillo
3	Tolva de alimentación	Transportar y manejar productos sólidos de forma granulada o pulverizada.	Daños estructurales o rendimiento deficiente	Sobrecarga de material aumentando la presión y estrés de la tolva	El material cae al suelo provocando que se ensucie y genere daños internos en la maquinaria	3	2	1	6	Revisión, limpieza y rectificación de la tolva
4	Transmisión	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la inyectora.	Atascamiento de los engranes, presencia de ruidos extraños	Falta de lubricación o desgaste de los engranes	La maquinaria no trabaja a su capacidad máxima o se detiene	5	7	6	210	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes
5	Boquilla	Dosificar la cantidad de material que se inyectará en el molde.	Daños, fugas y rendimiento deficiente	Rotura de mangueras, abrazaderas y empaques	Fuga del material	9	8	3	216	revisión del estado de empaques y abrazaderas
6	Estructura	Proteger y contener	Presencia de grietas o	Exceso de cargas	Vibraciones en la	4	3	1	12	Revisión, corrección de

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Inyectadora	Código				INY-001
				Código	BRP-INY-001	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		todos los elementos internos de la inyectora.	fracturas	cíclicas repetitivas, sobrecarga de peso	maquinaria, baja de rendimiento en el proceso					vibraciones y recubrimiento de la bancada
7	Transmisión mesa	Mover la mesa después de cada periodo de inyección	Atascamiento de los engranes, presencia de ruidos extraños	Falta de lubricación o desgaste de los engranes	La maquinaria no trabaja a su capacidad máxima o se detiene	5	7	6	210	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes
8	Disco dentado	Girar la mesa después de cada inyección	Fractura, exceso de ruido, vibraciones	Fallos de montaje, falta de lubricación, presencia de corrosión, presencia de suciedad	Dificultad para rotar la mesa, deterioro pronto de cojinetes	5	9	3	135	Desmontar, reemplazar o lubricar
9	Mesa	Portar los moldes durante el proceso de inyección	Presencia de grietas, fracturas y corrosión	Falta de recubrimiento o cumplimiento de la vida útil del recubrimiento	Deterioro temprano de los componentes de movimiento de la mesa	3	5	1	15	Limpiar, rectificar y recubrir nuevamente la mesa
10	Motor	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.	No enciende, falta de lubricación, suciedad daños internos	Error en la conexión de la fuente de alimentación, cortocircuito en los devanados del estator, desgaste de rodamientos	Paro de la producción por falta del movimiento para el arrastre del material	2	8	3	48	Verificar la fuente de conexión, verificar que no se encuentre en corto, lubricar los componentes
11	Termocuplas	Medir la temperatura en	Lectura anormal de	Deterioros, terminales	Falla de lectura de	8	6	7	336	Limpeza de terminales

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Inyectadora	Código				INY-001
				Código	BRP-INY-001	Responsable		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.		Ing. Mauricio Carrillo		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		tiempo real de los calentadores	temperatura	sucios, cortos, fuera de su ubicación	temperatura					y revisión de anomalías
12	Calentadores	Calentar de manera uniforme el material hasta obtener una viscosidad óptima	Las niquelinas se encuentran rotas o fisuradas	Mal montaje o ajuste excesivo de los calentadores	El material no se plastifica dentro del husillo	5	7	8	280	Revisión, limpieza o cambio de calentadores
13	Breakers	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía	Sobrecarga térmica o cortocircuito	Sobrecalentamiento y deterioro de los componentes internos del breaker	Detección inadecuada de una falla provocando daños en componentes	3	6	4	72	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento
14	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga	Contactos soldados o pegados	Presencia de suciedad o corrosión en los terminales, exceso de suciedad	Gasto de corriente elevado, la maquinaria no enciende	2	6	5	60	Inspección, limpieza o cambio de componente
15	Relés térmicos	Proteger los motores eléctricos	Falla al cerrar el circuito	Cortocircuito, presencia de suciedad	Detección inadecuada de una falla provocando daños en componentes o incluso hasta incendios	3	5	6	90	Limpieza y comprobación de voltaje. Cambio de relé
16	PLC	Activar los componentes de la máquina para que desarrollen actividades	Error al enviar las señales	Suciedad y presencia de corrosión en los terminales	Paro de la maquinaria	4	8	4	128	Ajuste y limpieza



INGB&R PLAST
INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

MATRIZ AMFE

Máquina	Inyectadora	Código	INY-001
Código	BRP-INY-001	Responsable	Alfredo Ballesteros
Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo

Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		con precisión y repetitivas								
17	Pantalla de control	Permitir el control básico de todo el sistema	Muestra errónea de datos	Falta de calibración y limpieza	Demasiada o poca temperatura en el proceso, exceso de tiempo de inyección, demasiada presión, genera déficit en la calidad	5	8	4	160	Inspeccionar, limpiar y calibrar la pantalla
18	Sensores	Procesar las señales eléctricas para transformarlo en una acción física	Lectura de parámetros anormal	No existe presencia de señal, el circuito se encuentra abierto	No se reconocen las estaciones de los moldes, la máquina no inyecta	7	7	5	245	Revisión, limpieza y ajuste de terminales
19	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario	Botones desgastados o quemados	Contactos atascados, resortes rotos, exceso de suciedad	No se realizan las actividades que se controlan mediante los botones	2	6	4	48	Limpieza o cambio de botones
20	Switches	Unir dispositivos en la red eléctrica	Falla de enlaces o conexión	Conexión incorrecta, mal montaje y sobrecarga	No existe conexión entre los diferentes componentes de la maquinaria	3	7	5	105	Revisión, limpieza y ajuste de terminales
21	Luces piloto	Iluminar y señalizar los	Bombillo quemado	Cumplimiento de la	Falta de iluminación	5	2	1	10	Cambio de bombillo y



INGB&R PLAST
INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

MATRIZ AMFE

Máquina	Inyectadora	Código	INY-001
Código	BRP-INY-001	Responsable	Alfredo Ballesteros
Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo

Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		estados del proceso que se va a llevar a cabo		vida útil del bobillo o falla interna	en caso de ocurrir un fallo					revisión de las conexiones internas
22	Botones de emergencia	Interrumpir las fuentes de alimentación de energía	Mal funcionamiento del interruptor o fallo en el sistema de control	Resortes o mecanismos de bloqueos dañados, recepción de señal inadecuada	La maquinaria no se detendrá en caso de un accidente	3	6	2	36	Limpieza, revisión y cambio de botón de ser necesario
23	Cilindro Hidráulico	Empujar la placa porta moldes hacia la boquilla de inyección	Deficiencia en el accionamiento	Empaques desgastados, conexiones deterioradas, elevada presión	Capacidad de accionamiento reducido	9	8	7	504	Limpiar, revisa la presión y lubricar el cilindro
24	Pistón del husillo	Transmitir el movimiento lineal del husillo en el proceso de inyección	Sobrecarga o exceso de presión	Deformación de componentes internos, daño en los sellos, fugas o ruptura del cilindro	El producto sale con fallas debido al exceso o falta de presión	4	7	5	140	Revisión de los empaques, calibración de presión y lubricación
25	Válvulas electro hidráulicas	Variar la velocidad del cilindro	Mal funcionamiento del solenoide o fugas de fluido	Bobina dañada o mal contacto eléctrico, mangueras en mal estado	Paro de la maquinaria y producción	5	8	7	280	Cambio de solenoide, revisión de contactos y cambio de mangueras en mal estado
26	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.	Fuga de fluido	Desgaste o desajuste	No se conduce un fluido por el interior	6	5	1	30	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras
27	Pistón de la boquilla	Empujar el fluido hacia el molde	Sobrecarga o exceso de presión	Deformación de componentes internos, daño en los sellos,	El producto sale con fallas debido al exceso	3	8	6	144	Revisión de los empaques, calibración de presión y




INGB&R PLAST
INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC


MATRIZ AMFE


Máquina	Inyectadora	Código	INY-001
Código	BRP-INY-001	Responsable	Alfredo Ballesteros
Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo


Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
				fugas o ruptura del cilindro	o falta de presión					lubricación
28	Ventiladores	Enfriar el material inyectado para extraerlo de los moldes	Fallo en el motor, obstrucción debido a suciedad, desgaste de aspas	Problemas con el devanado del motor, presencia de suciedad, vibraciones y desalineamiento en aspas	El material no se enfría adecuadamente para retirarlo ocasionando sobretiempos en la producción	6	6	4	144	Limpieza y revisión del motor, ajuste y alineación de aspas
29	Evaporador	Refrigerar la máquina para mejorar la eficiencia	Fallo en la transferencia de calor. Fallo en la carcasa de anclaje	Fugas y averías en las cañerías	Elevadas temperaturas dentro de la cámara	5	6	5	150	Inspeccionar, reparar fugas, averías y cargar refrigerante

Tabla 29 Matriz AMFE - Inyectadora 2

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Inyectadora	Código				INY-002
				Código	BRP-INY-002	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Bancada	Soportar las piezas en movimiento.	Presencia de grietas o fracturas	Exceso de cargas cíclicas repetitivas, sobrecarga de peso	Vibraciones en la maquinaria, baja de rendimiento en el proceso	4	2	1	8	Revisión, corrección de vibraciones y recubrimiento de la bancada
2	Husillo	Plastificar, homogeneizar y transformar el polímero.	Juego o holgura en el sistema	Contacto constante de las superficies del husillo con las partes móviles	Daño de elementos y paro de la maquinaria	7	8	9	504	Revisión, limpieza y rectificación del husillo
3	Tolva de alimentación	Transportar y manejar productos sólidos de forma granulada o pulverizada.	Daños estructurales o rendimiento deficiente	Sobrecarga de material aumentando la presión y estrés de la tolva	El material cae al suelo provocando que el se ensucie y genere daños internos en la maquinaria	3	2	1	6	Revisión, limpieza y rectificación de la tolva
4	Transmisión	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la inyectora.	Atascamiento de los engranes, presencia de ruidos extraños	Falta de lubricación o desgaste de los engranes	La maquinaria no trabaja a su capacidad máxima o se detiene	5	7	6	210	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes
5	Boquilla	Dosificar la cantidad de material que se inyectará en el molde.	Daños, fugas y rendimiento deficiente	Rotura de mangueras, abrazaderas y empaques	Fuga del material	9	8	3	216	Revisión del estado de empaques y abrazaderas
6	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos de la inyectora.	Presencia de grietas o fracturas	Exceso de cargas cíclicas repetitivas, sobrecarga de peso	Vibraciones en la maquinaria, baja de rendimiento en el	4	3	1	12	Revisión, corrección de vibraciones y recubrimiento de la

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	inyectora	Código				INY-002
				Código	BRP-INY-002	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
					proceso					bancada
7	Transmisión mesa	Mover la mesa después de cada periodo de inyección	Atascamiento de los engranes, presencia de ruidos extraños	Falta de lubricación o desgaste de los engranes	La maquinaria no trabaja a su capacidad máxima o se detiene	5	7	6	210	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes
8	Disco dentado	Girar la mesa después de cada inyección	Fractura, exceso de ruido, vibraciones	Fallos de montaje, falta de lubricación, presencia de corrosión, presencia de suciedad	Dificultad para rotar la mesa, deterioro pronto de cojinetes	5	9	3	135	Desmontar, reemplazar o lubricar
9	Mesa	Portar los moldes durante el proceso de inyección	Presencia de grietas, fracturas y corrosión	Falta de recubrimiento o cumplimiento de la vida útil del recubrimiento	Deterioro temprano de los componentes de movimiento de la mesa	3	5	1	15	Limpiar, rectificar y recubrir nuevamente la mesa
10	Motor	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.	No enciente, falta de lubricación, suciedad daños internos	Error en la conexión de la fuente de alimentación, cortocircuito en los devanados del estator, desgaste de rodamientos	Paro de la producción por falta del movimiento para el arrastre del material	2	8	3	48	Verificar la fuente de conexión, verificar que no se encuentre en corto, lubricar los componentes
11	Termocuplas	Medir la temperatura en tiempo real de los calentadores	Lectura anormal de temperatura	Deterioros, terminales sucios, cortos, fuera de su ubicación	Falla de lectura de temperatura	8	6	7	336	Limpeza de terminales y revisión de anomalías
12	Calentadores	Calentar de manera uniforme el material hasta obtener una viscosidad óptima	Las niquelinas se encuentran rotas o fisuradas	Mal montaje o ajuste excesivo de los calentadores	El material no se plastifica dentro del husillo	5	7	8	280	Revisión, limpieza o cambio de calentadores

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	inyectora	Código				INY-002
				Código	BRP-INY-002	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
13	Breakers	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía	Sobrecarga térmica o cortocircuito	Sobrecalentamiento y deterioro de los componentes internos del breaker	Detección inadecuada de una falla provocando daños en componentes	3	6	4	72	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento
14	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga	Contactos soldados o pegados	Presencia de suciedad o corrosión en los terminales, exceso de suciedad	Gasto de corriente elevado, la maquinaria no enciende	2	6	5	60	Inspección, limpieza o cambio de componente
15	Relés térmicos	Proteger los motores eléctricos	Falla al cerrar el circuito	Cortocircuito, presencia de suciedad	Detección inadecuada de una falla provocando daños en componentes o incluso hasta incendios	3	5	6	90	Limpieza y comprobación de voltaje. Cambio de relé
16	PLC	Activar los componentes de la máquina para que desarrollen actividades con precisión y repetitivas	Error al enviar las señales	Suciedad y presencia de corrosión en los terminales	Paro de la maquinaria	4	8	4	128	Ajuste y limpieza
17	Pantalla de control	Permitir el control básico de todo el sistema	Muestra errónea de datos	Falta de calibración y limpieza	Demasiada o poca temperatura en el proceso, exceso de tiempo de inyección, demasiada presión, genera déficit en la calidad	5	8	4	160	Inspeccionar, limpiar y calibrar la pantalla

N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Inyectadora	Código				INY-002
				Código	BRP-INY-002	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
18	Sensores	Procesar las señales eléctricas para transformarlo en una acción física	Lectura de parámetros anormal	No existe presencia de señal, el circuito se encuentra abierto	No se reconocen las estaciones de los moldes, la máquina no inyecta	7	7	5	245	Revisión, limpieza y ajuste de terminales
19	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario	Botones desgastados o quemados	Contactos atascados, resortes rotos, exceso de suciedad	No se realizan las actividades que se controlan mediante los botones	2	6	4	48	Limpieza o cambio de botones
20	Switches	Unir dispositivos en la red eléctrica	Falla de enlaces o conexión	Conexión incorrecta, mal montaje y sobrecarga	No existe conexión entre los diferentes componentes de la maquinaria	3	7	5	105	Revisión, limpieza y ajuste de terminales
21	Luces piloto	Iluminar y señalar los estados del proceso que se va a llevar a cabo	Bombillo quemado	Cumplimiento de la vida útil del bobillo o falla interna	Falta de iluminación en caso de ocurrir un fallo	5	2	1	10	Cambio de bombillo y revisión de las conexiones internas
22	Botones de emergencia	Interrumpir las fuentes de alimentación de energía	Mal funcionamiento del interruptor o fallo en el sistema de control	Resortes o mecanismos de bloqueos dañados, recepción de señal inadecuada	La maquinaria no se detendrá en caso de un accidente	3	6	2	36	Limpieza, revisión y cambio de botón de ser necesario
23	Cilindro Hidráulico	Empujar la placa porta moldes hacia la boquilla de inyección	Deficiencia en el accionamiento	Empaques desgastados, conexiones deterioradas, elevada presión	Capacidad de accionamiento reducido	9	8	7	504	Limpiar, revisa la presión y lubricar el cilindro
24	Pistón del husillo	Transmitir el movimiento lineal del husillo en el proceso de inyección	Sobrecarga o exceso de presión	Deformación de componentes internos, daño en los sellos, fugas	El producto sale con fallas debido al exceso o falta de presión	4	7	5	140	Revisión de los empaques, calibración de presión y






N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Injectadora	Código				INY-002
				Código	BRP-INY-002	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
25	Válvulas electro hidráulicas	Variar la velocidad del cilindro	Mal funcionamiento del solenoide o fugas de fluido	Bobina dañada o mal contacto eléctrico, mangueras en mal estado	Paro de la maquinaria y producción	5	8	7	280	Cambio de solenoide, revisión de contactos y cambio de mangueras en mal estado
26	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.	Fuga de fluido	Desgaste o desajuste	No se conduce un fluido por el interior	6	5	1	30	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras
27	Pistón de la boquilla	Empujar el fluido hacia el molde	Sobrecarga o exceso de presión	Deformación de componentes internos, daño en los sellos, fugas o ruptura del cilindro	El producto sale con fallas debido al exceso o falta de presión	3	8	6	144	Revisión de los empaques, calibración de presión y lubricación
28	Ventiladores	Enfriar el material inyectado para extraerlo de los moldes	Fallo en el motor, obstrucción debido a suciedad, desgaste de aspas	Problemas con el devanado del motor, presencia de suciedad, vibraciones y desalineamiento en aspas	El material no se enfría adecuadamente para retirarlo ocasionando sobretiempos en la producción	6	6	4	144	Limpieza y revisión del motor, ajuste y alineación de aspas
29	Evaporador	Refrigerar la máquina para mejorar la eficiencia	Fallo en la transferencia de calor. Fallo en la carcasa de anclaje	Fugas y averías en las cañerías	Elevadas temperaturas dentro de la cámara	5	6	5	150	Inspeccionar, reparar fugas, averías y cargar refrigerante


Tabla 30 Matriz AMFE - Extrusora

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Inyectadora	Código				EXT-003
				Código	BRP-EXT-003	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFEECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
F	G	D	IPR							
1	Bancada	Soportar las piezas en movimiento.	Presencia de grietas o fracturas	Exceso de cargas cíclicas repetitivas, sobrecarga de peso	Vibraciones en la maquinaria, baja de rendimiento en el proceso	4	2	1	8	Revisión, corrección de vibraciones y recubrimiento de la bancada
2	Husillo	Plastificar, homogeneizar y transformar el polímero.	Juego o holgura en el sistema	Contacto constante de las superficies del husillo con las partes móviles	Daño de elementos y paro de la maquinaria	7	8	9	504	Revisión, limpieza y rectificación del husillo
3	Tolva de alimentación	Transportar y manejar productos sólidos de forma granulada o pulverizada.	Daños estructurales o rendimiento deficiente	Sobrecarga de material aumentando la presión y estrés de la tolva	El material cae al suelo provocando que se ensucie y genere daños internos en la maquinaria	3	2	1	6	Revisión, limpieza y rectificación de la tolva
4	Transmisión	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la inyectora.	Atascamiento de los engranes, presencia de ruidos extraños	Falta de lubricación o desgaste de los engranes	La maquinaria no trabaja a su capacidad máxima o se detiene	6	7	6	252	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes
5	Transmisión tolva	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la	Atascamiento de los engranes, presencia de ruidos extraños	Falta de lubricación o desgaste de los engranes	La maquinaria no trabaja a su capacidad máxima o se detiene	5	7	6	210	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	inyectora	Código				EXT-003
				Código	BRP-EXT-003	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFEECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
		inyectora.				F	G	D	IPR	
6	Blower	Impulsar el material hasta la parte final del proceso	Desgaste de los rodamientos internos, problemas con las aspas del ventilador	Cumplimiento de la vida útil del rodamiento, ruptura de las aspas debido al desgaste	El material no se transporta hacia la zona de ensacado	4	6	2	48	Revisión, corrección de vibraciones y cambio de rodamientos
7	Cabezal	Calentar el material hasta el punto de que se llegue a plastificar	Bloqueo del flujo de material	Acumulación de residuos contaminantes,	Disminución del flujo del material	6	4	1	24	Limpieza, inspección y reemplazo de componentes desgastados
8	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos de la extrusora.	Presencia de grietas o fracturas	Exceso de cargas cíclicas repetitivas, sobrecarga de peso	Vibraciones en la maquinaria, baja de rendimiento en el proceso	3	2	1	6	Revisión, corrección de vibraciones y recubrimiento de la estructura
9	Cuchillas	Cortar el material extruido	Daño en el filo de las cuchillas	Presencia de suciedad en el material cortado, mala alineación en las cuchillas	No se puede completar el proceso debido a que no se corta el material extruido	6	3	2	36	Inspección, afilado y reemplazo de cuchillas de ser necesario
10	Tubos y tolvas de transporte	Transportar el material extruido y cortado para ser almacenado	Presencia de grietas o fracturas	Exceso de cargas cíclicas repetitivas, sobrecarga de peso	Vibraciones en la maquinaria, baja de rendimiento en el proceso	3	2	1	6	Revisión, corrección de vibraciones y recubrimiento de la estructura
11	Filtro	Recoger las impurezas del material antes de	Paso de partículas contaminantes	Desgaste del elemento filtrante, obstrucción del	El material extruido sale con impurezas,	5	3	5	75	Limpieza y reemplazo del

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	inyectora	Código				EXT-003
				Código	BRP-EXT-003	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		salir por el cabezal		filtro, mantenimiento inadecuado	desperdiciando el material					elemento filtrante
12	Motor	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.	No enciente, falta de lubricación, suciedad daños internos	Error en la conexión de la fuente de alimentación, cortocircuito en los devanados del estator, desgaste de rodamientos	Paro de la producción por falta del movimiento para el arrastre del material	2	8	3	48	Verificar la fuente de conexión, verificar que no se encuentre en corto, lubricar los componentes
13	Motor de la tolva	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.	No enciente, falta de lubricación, suciedad daños internos	Error en la conexión de la fuente de alimentación, cortocircuito en los devanados del estator, desgaste de rodamientos	Paro de la producción por falta del movimiento para el arrastre del material	3	7	3	63	Verificar la fuente de conexión, verificar que no se encuentre en corto, lubricar los componentes
14	Motor cuchillas	Impulsa las cuchillas de corte para cortar el material.	No enciente, falta de lubricación, suciedad daños internos	Error en la conexión de la fuente de alimentación, cortocircuito en los devanados del estator, desgaste de rodamientos	Paro de la producción por falta del movimiento para el arrastre del material	2	8	3	48	Verificar la fuente de conexión, verificar que no se encuentre en corto, lubricar los componentes
15	Motor Blower	Impulsar el material a la parte final del proceso	No enciente, falta de lubricación, suciedad daños internos	Error en la conexión de la fuente de alimentación, cortocircuito en los devanados del estator, desgaste de rodamientos	Paro de la producción por falta del movimiento para el arrastre del material	3	7	3	63	Verificar la fuente de conexión, verificar que no se encuentre en corto, lubricar los componentes
16	Termocuplas	Medir la temperatura en	Lectura anormal de	Deterioros, terminales	Falla de lectura de	8	6	7	336	Limpieza de

N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN		
						F	G	D	IPR			
 INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA		Máquina	Inyectadora	Código		EXT-003				
				MATRIZ AMFE		Código	BRP-EXT-003	Responsable		Alfredo Ballesteros		
						Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.		Ing. Mauricio Carrillo				
17	Calentadores	Calentar de manera uniforme el material hasta obtener una viscosidad óptima	Las niuelinas se encuentran rotas o fisuradas	Mal montaje o ajuste excesivo de los calentadores	El material no se plastifica dentro del husillo	5	7	8	280	Revisión, limpieza o cambio de calentadores		
18	Breakers	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía	Sobrecarga térmica o cortocircuito	Sobrecalentamiento y deterioro de los componentes internos del breaker	Detección inadecuada de una falla provocando daños en componentes	3	6	4	72	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento		
19	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga	Contactos soldados o pegados	Presencia de suciedad o corrosión en los terminales, exceso de suciedad	Gasto de corriente elevado, la maquinaria no enciende	2	6	5	60	Inspección, limpieza o cambio de componente		
20	Relés térmicos	Proteger los motores eléctricos	Falla al cerrar el circuito	Cortocircuito, presencia de suciedad	Detección inadecuada de una falla provocando daños en componentes o incluso hasta incendios	3	5	6	90	Limpieza y comprobación de voltaje. Cambio de relé		
21	PLC	Activar los componentes de la máquina para que desarrollen actividades con precisión y repetitivas	Error al enviar las señales	Suciedad y presencia de corrosión en los terminales	Paro de la maquinaria	4	8	4	128	Ajuste y limpieza		

N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Inyectadora	Código		EXT-003		
				Código	BRP-EXT-003	Responsable		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.		Ing. Mauricio Carrillo		
22	Panel de control	Permitir el control básico de todo el sistema	Muestra errónea de datos	Falta de calibración y limpieza	Demasiada o poca temperatura en el proceso, exceso de tiempo de inyección, demasiada presión, genera déficit en la calidad	5	8	4	160	Inspeccionar, limpiar y calibrar la pantalla
23	Sensores	Procesar las señales eléctricas para transformarlo en una acción física	Lectura de parámetros anormal	No existe presencia de señal, el circuito se encuentra abierto	No se reconocen las estaciones de los moldes, la máquina no inyecta	7	7	5	245	Revisión, limpieza y ajuste de terminales
24	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario	Botones desgastados o quemados	Contactos atascados, resortes rotos, exceso de suciedad	No se realizan las actividades que se controlan mediante los botones	2	6	4	48	Limpieza o cambio de botones
25	Switches	Unir dispositivos en la red eléctrica	Falla de enlaces o conexión	Conexión incorrecta, mal montaje y sobrecarga	No existe conexión entre los diferentes componentes de la maquinaria	3	7	5	105	Revisión, limpieza y ajuste de terminales
26	Luces piloto	Iluminar y señalar los estados del proceso que se va a llevar a cabo	Bombillo quemado	Cumplimiento de la vida útil del bobillo o falla interna	Falta de iluminación en caso de ocurrir un	5	2	1	10	Cambio de bombillo y revisión de las conexiones internas






		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	inyectora	Código				EXT-003	
				Código	BRP-EXT-003	Responsable	Alfredo Ballesteros				
N°		COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
						fallo					
27	Botones de emergencia	Interrumpir las fuentes de alimentación de energía	Mal funcionamiento del interruptor o fallo en el sistema de control	Resortes o mecanismos de bloqueos dañados, recepción de señal inadecuada	La maquinaria no se detendrá en caso de un accidente	3	6	2	36	Limpieza, revisión y cambio de botón de ser necesario	
28	Ventiladores	Enfriar el material inyectado para extraerlo de los moldes	Fallo en el motor, obstrucción debido a suciedad, desgaste de aspas	Problemas con el devanado del motor, presencia de suciedad, vibraciones y desalineamiento en aspas	El material no se enfría adecuadamente para retirarlo ocasionando sobretiempos en la producción	6	6	4	144	Limpieza y revisión del motor, ajuste y alineación de aspas	
29	Evaporador	Refrigerar la máquina para mejorar la eficiencia	Fallo en la transferencia de calor. Fallo en la carcasa de anclaje	Fugas y averías en las cañerías	Elevadas temperaturas dentro de la cámara	5	6	5	150	Inspeccionar, reparar fugas, averías y cargar refrigerante	


Tabla 31 Matriz AMFE - Estampadora

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Estampadora	Código				EXT-004
				Código	BRP-EXT-004	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos de la estampadora	La estructura del mixer de material presenta deformaciones, fisuras o fallas estructurales visibles.	Sobrecarga de material durante la operación, diseño inadecuado de la estructura, desgaste o corrosión de los materiales de construcción.	Pérdida de estabilidad estructural, posibilidad de colapso o accidente, daños a otros componentes y equipos cercanos.	4	3	1	12	Evaluar la capacidad de carga y el diseño estructural para asegurarse de que sea adecuado para la aplicación específica.
2	Placa de sujeción	Presionar las plantas y el papel estampe mientras se realiza el proceso	La placa de sujeción de la máquina estampadora de suelas se deforma, lo que afecta la precisión y calidad del proceso de estampado.	Uso prolongado y repetitivo, una carga excesiva o desequilibrada, defectos en el material de la placa.	Estampado deficiente, desalineado o incompleto.	8	9	9	648	Realizar inspecciones regulares de la placa de sujeción para detectar signos de deformación o desgaste.
3	Piñones	Elemento motriz que funciona con cadena o cremallera	Los piñones de la máquina experimentan un desgaste excesivo.	Falta de lubricación adecuada, contaminación o suciedad en los piñones, mala alineación de los piñones, sobrecarga de trabajo.	Funcionamiento irregular, ruidos anormales, vibraciones excesivas y pérdida de precisión en el proceso de estampado. Fractura de los piñones, lo que implica una parada en la producción.	3	5	2	30	Lubricación regular de los piñones y limpieza de cualquier suciedad o contaminación presente en ellos.
4	Cadena	Transmitir la fuerza del motor hacia los piñones	Roturas o fallas en su estructura.	Desgaste excesivo debido a un uso prolongado, falta de lubricación, la	Interrupción inmediata en el proceso de estampado, Además, puede causar daños a	6	7	3	126	Lubricación regular con un lubricante adecuado y limpieza de las cadenas para eliminar

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Estampadora	Código				EXT-004
				Código	BRP-EXT-004	Responsable	Alfredo Ballesteros			
MATRIZ AMFE				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
				presencia de suciedad o residuos en las cadenas, la tensión inadecuada de las mismas, el uso de cadenas de baja calidad o incompatibles.	otros componentes de la máquina.					cualquier suciedad o residuo.
5	Electroválvulas	Abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos	Presencia de fugas.	Sellos desgastados o dañados, asientos de válvula deformados, suciedad o partículas presentes en las vías de fluido, o una presión de operación excesiva.	Respuesta lenta o inadecuada del sistema hidráulico, disminución en la presión de operación y, en casos extremos, la pérdida completa de la capacidad de control hidráulico.	4	7	5	140	Realizar inspecciones regulares de las electroválvulas para identificar y solucionar posibles fugas.
6	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso	Rotura de la manguera	Desgaste, envejecimiento, daño mecánico, sobrepresión o una mala instalación.	Fuga de fluido hidráulico, lo que afecta el funcionamiento adecuado del sistema de la máquina. Puede provocar una disminución en la presión y el flujo del fluido.	6	5	1	30	Inspeccionar regularmente las mangueras en busca de signos de desgaste, daño o envejecimiento, y reemplazarlas si es necesario.
7	Pistón	Producir una fuerza y desplazamiento mediante el aire	El pistón utilizado en la máquina estampadora de suelas experimenta	Falta de lubricación adecuada, presencia de partículas abrasivas en	Pérdida de estanqueidad, riesgo de rotura completa del	4	6	6	144	Realizar una lubricación adecuada según las

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Estampadora	Código				EXT-004
				Código	BRP-EXT-004	Responsable	Alfredo Ballesteros			
		MATRIZ AMFE		Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		comprimido	desgaste excesivo, lo que afecta su funcionamiento suave y eficiente.	el sistema, desalineación o desequilibrio en el mecanismo de la máquina.	pistón durante la operación.					especificaciones del fabricante.
8	Contactores	Cerrar o abrir circuitos eléctricos, transportando la corriente desde la red a la carga	Flujo de corriente eléctrica no pasa hacia los componentes eléctricos o motores de la máquina.	Desgaste de los contactos internos, acumulación de suciedad o residuos en los contactos, sobrecarga eléctrica, o una conexión eléctrica deficiente.	Interrupción completa del funcionamiento de la máquina. Puede provocar la pérdida de potencia en los motores, puede generar chispas eléctricas, sobrecalentamiento y posibles daños en otros componentes.	2	8	4	64	Realizar inspecciones regulares de los contactores para detectar signos de desgaste, corrosión o acumulación de suciedad.
9	Relés térmicos	proteger a los motores eléctricos.	Los relés térmicos utilizados en la máquina estampadora de suelas no funcionan correctamente.	Desgaste de los contactos internos, acumulación de suciedad o residuos en los contactos, desajuste de los ajustes de sensibilidad térmica,	Falta de protección contra sobrecargas térmicas en los motores de la máquina. Esto puede resultar en un aumento excesivo de la temperatura en los motores, lo que puede provocar su sobrecalentamiento y posibles daños. Riesgo de incendio o cortocircuito.	4	6	5	120	Realizar inspecciones regulares de los relés térmicos para detectar signos de desgaste, corrosión o acumulación de suciedad

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Estampadora	Código				EXT-004
				Código	BRP-EXT-004	Responsable	Alfredo Ballesteros			Alfredo Ballesteros
		MATRIZ AMFE		Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
10	Breaker	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía	El breaker se dispara con frecuencia, interrumpiendo el suministro de energía al equipo.	Sobrecarga eléctrica debido al uso excesivo de corriente, cortocircuitos en el sistema eléctrico, falla en el funcionamiento del breaker o configuración inadecuada del breaker.	Interrupción frecuente del suministro de energía, deteniendo su funcionamiento y causando retrasos en la producción. Fluctuaciones de voltaje o corriente incontroladas.	3	6	4	72	Verificar la capacidad de carga del breaker para asegurarse de que sea compatible con las demandas de corriente del mixer.
11	Electroventilador	Reducir la temperatura de los componentes internos de la estampadora	El electroventilador no enciende o la refrigeración es ineficiente	Motor defectuoso, desgaste de los rodamientos, obstrucción en las aspas del ventilador, un cableado suelto o dañado, o un mal funcionamiento del interruptor o control del ventilador.	Aumento de la temperatura en la máquina, rendimiento deficiente de la máquina, sobrecalentamiento de los componentes internos.	2	7	5	70	Realizar inspecciones periódicas del electroventilador para verificar su funcionamiento adecuado. Limpiar regularmente las aspas del ventilador para eliminar cualquier obstrucción o acumulación de suciedad
12	Bomba	Transportar el fluido de un lugar a otro	Falta de suministro adecuado de líquido hidráulico o de enfriamiento.	Obstrucción en la línea de succión, fuga de líquido debido a sellos desgastados o dañados, problemas en las válvulas de control de la bomba, o un mal	Insuficiente presión o caudal de líquido hidráulico para operar. Esto puede resultar en la falta de fuerza en el proceso de estampado y en casos extremos,	2	7	4	56	Limpieza y revisión de las líneas de succión para evitar obstrucciones. Verificar el estado de los sellos y reemplazarlos si están desgastados o dañados.

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Estampadora	Código				EXT-004
				Código	BRP-EXT-004	Responsable	Alfredo Ballesteros			Alfredo Ballesteros
		MATRIZ AMFE		Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
				funcionamiento del interruptor o control de la bomba.	puede provocar el sobrecalentamiento de los componentes hidráulicos o daños en el sistema.					
13	Calentadores	Calentar y mantener la temperatura a través de una resistencia eléctrica.	Incapacidad de alcanzar la temperatura deseada.	Cableado defectuoso, conexiones eléctricas sueltas o corroídas, una termocupla defectuosa, elementos calefactores dañados o desgastados, o un suministro de energía inadecuado.	Tiempo de ciclo prolongado, una calidad de estampado deficiente o incluso la incapacidad de realizar el proceso de estampado debido a la falta de temperatura suficiente.	9	10	7	630	Revisar el funcionamiento de la termocupla y reemplazarlo si es necesario. Verificar el estado de los elementos calefactores y reemplazarlos si están dañados o desgastados.
14	Motor eléctrico	Impulsar la rotación de los rodillos mediante la polea o cadena	El motor eléctrico de la estampadora se sobrecalienta durante el funcionamiento.	Exceso de carga en el motor, baja calidad o tamaño inadecuado del motor, voltaje inestable o incorrecto.	Pérdida de eficiencia del motor, aumento del consumo de energía, posible daño al motor y otros componentes eléctricos.	3	8	6	144	Verificar que el motor esté dimensionado adecuadamente para la carga del molino de martillo. Realizar un mantenimiento regular del motor, como la limpieza de los conductores, la revisión de los rodamientos y el ajuste de las conexiones eléctricas.
15	Panel de control	Permitir el control básico de todo el	El panel de la estampadora presenta	Acumulación de material en la pantalla,	Disminución del rendimiento de	6	7	4	168	Realizar una limpieza regular de la pantalla






		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Estampadora	Código				EXT-004
				Código	BRP-EXT-004	Responsable	Alfredo Ballesteros			
MATRIZ AMFE				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		sistema	roturas o desgaste excesivo.	material inadecuado utilizado para la fabricación de la pantalla, falta de mantenimiento regular, sobrecarga del molino.	molienda, reducción de la calidad del producto final, aumento de la carga de trabajo en otros componentes del molino, posible daño a los martillos y otros componentes.					para evitar la acumulación de material. Utilizar una pantalla de alta calidad y resistente al desgaste, adecuada para el tipo de material y condiciones de trabajo.
16	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario	Botones desgastados o quemados	Contactos atascados, resortes rotos, exceso de suciedad	No se realizan las actividades que se controlan mediante los botones	2	6	4	48	Limpieza o cambio de botones
17	Luz piloto	Iluminar y señalar los estados del proceso que se va a llevar a cabo	Bombillo quemado	Cumplimiento de la vida útil del bobillo o falla interna	Falta de iluminación en caso de ocurrir un fallo	5	2	1	10	Cambio de bombillo y revisión de las conexiones internas
18	Microprocesador	Gestionar y controlar el funcionamiento de la estampadora	Error al enviar las señales	Suciedad y presencia de corrosión en los terminales	Paro de la maquinaria	5	8	5	200	Ajuste y limpieza


Tabla 32 Matriz AMFE - Mixer


		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFEECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos del mixer.	La estructura del mixer de material presenta deformaciones, fisuras o fallas estructurales visibles.	Sobrecarga de material durante la operación, diseño inadecuado de la estructura, desgaste o corrosión de los materiales de construcción, golpes o impactos severos.	Pérdida de estabilidad estructural, disminución de la eficiencia y precisión de mezclado, posibilidad de colapso o accidente, daños a otros componentes y equipos cercanos.	9	10	6	540	Evaluar la capacidad de carga y el diseño estructural del mixer de material para asegurarse de que sea adecuado para la aplicación específica.
2	Caja reductora 1	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento del mixer.	La caja reductora del mixer de material presenta ruidos anormales, pérdida de potencia o dificultades para cambiar de velocidad.	Desgaste de los engranajes internos, falta de lubricación adecuada, contaminación por partículas o suciedad, sobrecarga de trabajo, falta de mantenimiento regular.	Reducción de la eficiencia de mezclado, posibilidad de paradas no deseadas o bloqueo completo, aumento de la temperatura interna de la caja reductora, desgaste prematuro de los componentes internos.	8	9	7	504	Realizar cambios de aceite y lubricación según las recomendaciones del fabricante. Inspeccionar y limpiar los engranajes internos, eliminando cualquier contaminante o partícula extraña.
3	Caja reductora 2	Mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento del mixer.	La caja reductora del mixer de material presenta fugas de aceite visibles en su carcasa.	Desgaste o daño en los sellos o juntas de la caja reductora, falta de mantenimiento regular, presión excesiva en el sistema de lubricación, temperaturas extremas.	Pérdida de aceite lubricante, disminución de la lubricación efectiva de los componentes internos, aumento de la fricción y el desgaste, posibilidad	9	8	7	504	Inspeccionar regularmente los sellos y juntas de la caja reductora para detectar desgaste o daños.


 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
					de daños graves en los engranajes y rodamientos.					
4	Aspas 1	Mezclar con alto cizallamiento y dispersión.	Las aspas del mixer de material presentan un desgaste visible, con bordes desgastados o roturas en su estructura.	Uso prolongado y continuo, material abrasivo, diseño inadecuado de las aspas.	Disminución de la eficiencia de mezclado, deterioro de la calidad del producto final, posibilidad de atascos o bloqueos en el mixer, aumento del ruido y las vibraciones.	6	6	4	144	Inspeccionar regularmente las aspas del mixer para detectar signos de desgaste
5	Aspas 2	Mezclar con alto cizallamiento y dispersión.	Las aspas del mixer presentan un desbalanceo, lo que genera vibraciones excesivas durante la operación.	Desgaste desigual de las aspas, instalación incorrecta, acumulación de material en una o varias aspas, daño estructural en el eje o en la conexión del motor.	Aumento del desgaste de los cojinetes y rodamientos, vibraciones excesivas que afectan la estabilidad del equipo, posibilidad de daños graves en la estructura del mixer.	6	6	4	144	Inspeccionar regularmente las aspas del mixer para detectar desbalanceo.
6	Tanque 1	Almacenar y permitir la realización de la mezcla de componentes	El tanque del mixer presenta fugas de material o líquido, visibles en su estructura o alrededor de las conexiones.	Desgaste o daño en las soldaduras, juntas o conexiones del tanque, corrosión debido a la exposición a sustancias químicas o ambientes corrosivos.	Pérdida de material o líquido, contaminación del entorno de trabajo, posibilidad de daños en otros componentes del mixer.	8	9	7	504	Inspeccionar regularmente el tanque del mixer en busca de posibles fugas. Realizar reparaciones de soldaduras, juntas o conexiones deterioradas.

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
7	Tanque 2	Almacenar y permitir la realización de la mezcla de componentes	El tanque del mixer muestra deformaciones visibles, como abolladuras o colapsos parciales.	Sobrecarga del tanque, operación fuera de los límites de capacidad recomendados, impacto externo, debilidad estructural del tanque.	Reducción de la capacidad de carga del tanque, posible daño en otros componentes del mixer.	9	8	7	504	Operar el mixer dentro de los límites de capacidad recomendados y evitar sobrecargas.
8	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.	La manguera del mixer presenta fugas visibles, ya sea en forma de grietas, perforaciones o desconexiones en sus conexiones.	Desgaste o deterioro de la manguera debido a la exposición a condiciones extremas, contacto con sustancias químicas corrosivas, conexiones sueltas o dañadas.	Pérdida de fluidos, contaminación del entorno de trabajo, disminución de la eficiencia de mezclado, dificultad para mantener una presión adecuada en el sistema.	6	5	1	30	Inspeccionar regularmente la manguera del mixer en busca de posibles fugas o daños.
9	Unidad de mantenimiento	Depurar el aire comprimido en una planta industrial, regular y lubricar.	La unidad de mantenimiento del mixer experimenta una pérdida de presión, lo que se traduce en una disminución de la presión de aire o líquido en el sistema.	Fugas en las conexiones de la unidad de mantenimiento, desgaste o daño en los componentes internos, obstrucción en los conductos de aire o líquido.	Dificultad para mantener la presión adecuada en el sistema, funcionamiento inadecuado de otros componentes del mixer.	4	7	7	196	Inspeccionar regularmente la unidad de mantenimiento en busca de posibles fugas o desgaste. Limpieza y reemplazo de filtros obstruidos, lubricación de partes móviles y ajuste de las conexiones.
10	Pistón 1	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.	El pistón del mixer muestra signos de desgaste, como desgaste de la superficie,	Fricción constante y repetitiva del pistón contra las paredes del cilindro, falta de	Pérdida de sellado, disminución de la fuerza y capacidad del mixer, posibilidad de fugas o	4	6	6	144	Lubricación adecuada del pistón y el cilindro. Inspeccionar visualmente el pistón en

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
			ralladuras o deformaciones.	lubricación adecuada, partículas abrasivas presentes en el material mezclado.	contaminación del material mezclado.					busca de signos de desgaste y reemplazarlo si es necesario.
11	Pistón 2	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.	Se observan grietas o fracturas en el pistón del mixer.	Fatiga del material debido a la aplicación repetitiva de cargas y presiones, defectos en el material o proceso de fabricación.	Pérdida de estanqueidad, riesgo de rotura completa del pistón durante la operación.	4	6	6	144	Realizar inspecciones regulares del pistón en busca de posibles grietas o fracturas. En caso de detectar alguna, reemplazar el pistón de inmediato.
12	Pistón tapa 1	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.	La tapa del pistón presenta fugas de material, lo que resulta en pérdidas durante el proceso de mezclado.	Sellado deficiente en la junta entre la tapa y el cuerpo del mixer, desgaste o daño en los sellos de la tapa, falta de lubricación en la tapa.	Contaminación del área de trabajo, desperdicio de material, disminución de la eficiencia de mezclado, posible daño en otros componentes.	6	6	6	216	Inspeccionar y limpiar regularmente el pistón de la tapa y sus sellos para detectar cualquier signo de desgaste o daño. Reemplazar los sellos o la tapa si es necesario.
13	Pistón tapa 2	Cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.	La tapa del pistón muestra signos de daño estructural, como grietas, deformaciones o roturas.	Sobrecarga en la tapa debido a una presión excesiva en el sistema, impactos o golpes durante la operación.	Fugas de material, riesgo de rotura completa de la tapa durante la operación, posibles daños en otros componentes del mixer.	6	6	6	216	Inspeccionar y limpiar regularmente el pistón de la tapa y sus sellos para detectar cualquier signo de desgaste o daño. Reemplazar los sellos o la tapa si es necesario.

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
14	Termocupla 1	Herramienta de medición de temperatura muy útil y de amplio despliegue	La termocupla no proporciona mediciones precisas de temperatura o deja de funcionar por completo.	Desgaste o daño en los cables o conexiones de la termocupla, falla en los elementos sensibles a la temperatura de la termocupla, interferencia eléctrica.	Mediciones incorrectas de temperatura, sobrecalentamiento o falta de calentamiento en el material, posible daño en otros componentes del mixer.	5	5	7	175	Realizar inspecciones regulares de la termocupla para detectar posibles desgastes o daños en los cables y conexiones. Reemplazar la termocupla si se encuentra algún problema.
15	Termocupla material	Herramienta de medición de temperatura muy útil y de amplio despliegue	La termocupla proporciona mediciones de temperatura inexactas o fluctuantes durante el proceso de mezclado.	Desgaste o daño en los elementos sensibles a la temperatura de la termocupla, mala conexión o aislamiento de los cables de la termocupla, interferencia eléctrica, calibración incorrecta de la termocupla.	Mediciones incorrectas de temperatura, falta de control térmico preciso en el proceso de mezclado, impacto en la calidad y consistencia del producto final, dificultad para ajustar y optimizar el proceso de manera adecuada.	5	5	6	150	Verificar regularmente el estado de los elementos sensibles a la temperatura de la termocupla y reemplazarlos si es necesario
16	Termocupla 2	Herramienta de medición de temperatura muy útil y de amplio despliegue	La termocupla se desconecta o pierde contacto con el sistema de medición de temperatura.	Conexiones flojas o defectuosas en la termocupla, vibraciones que afectan la conexión, desgaste o deterioro de los conectores o terminales.	Pérdida de la medición de temperatura, dificultad para monitorear y ajustar el proceso de manera precisa.	5	5	7	175	Verificar regularmente las conexiones de la termocupla y asegurarse de que estén bien ajustadas y firmes.
17	Luces piloto	Iluminar y señalar	Bombillo quemado.	Cumplimiento de la	Falta de iluminación en	6	5	1	30	Cambio de bombillo y

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		los estados del proceso que se va a llevar a cabo.		vida útil del bobillo o falla interna.	caso de ocurrir un fallo.					revisión de las conexiones internas.
18	Switches	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía.	Falla de enlaces o conexión.	Conexión incorrecta, mal montaje y sobrecarga.	No existe conexión entre los diferentes componentes de la maquinaria.	3	7	5	105	Revisión, limpieza y ajuste de terminales.
19	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario	Botones desgastados o quemados	Contactos atascados, resortes rotos, exceso de suciedad	No se realizan las actividades que se controlan mediante los botones	2	6	4	48	Limpieza o cambio de botones
20	Cables	Transportar la energía eléctrica de un punto a otro.	Los cables eléctricos en el mixer se rompen.	Los cables eléctricos en el mixer se rompen, lo que causa una interrupción en el suministro eléctrico y el funcionamiento de la máquina.	Interrupción del suministro de energía a los componentes del mixer, lo que resulta en la detención del equipo y la pérdida de productividad.	3	5	2	30	Inspeccionar regularmente para detectar signos de desgaste, corrosión o daños visibles. Reemplazar los cables desgastados, agrietados o dañados de inmediato.
21	Motor 1	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.	El motor eléctrico del mixer se sobrecalienta durante el funcionamiento.	Exceso de carga en el motor, baja calidad o tamaño inadecuado del motor, falta de mantenimiento regular, ventilación deficiente, voltaje inestable o	Pérdida de eficiencia del motor, disminución del rendimiento de molienda, aumento del consumo de energía, posible daño al motor y otros componentes	2	8	3	48	Verificar que el motor esté dimensionado adecuadamente para la carga del molino de martillo. Realizar un mantenimiento regular del motor, como la

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
				incorrecto.	eléctricos, tiempo de inactividad no planificado.					limpieza de los conductores, la revisión de los rodamientos y el ajuste de las conexiones eléctricas.
22	Motor 2	Impulsa el reductor para que pueda impulsar el sistema de mezcla y mezclar el material del tambor.	El motor eléctrico del mixer se sobrecalienta durante el funcionamiento.	Exceso de carga en el motor, baja calidad o tamaño inadecuado del motor, falta de mantenimiento regular, ventilación deficiente, voltaje inestable o incorrecto.	Pérdida de eficiencia del motor, disminución del rendimiento de molienda, aumento del consumo de energía, posible daño al motor y otros componentes eléctricos, tiempo de inactividad no planificado.	2	8	3	48	Verificar que el motor esté dimensionado adecuadamente para la carga del molino de martillo. Realizar un mantenimiento regular del motor, como la limpieza de los conductores, la revisión de los rodamientos y el ajuste de las conexiones eléctricas.
23	Driver	Gestionar y controlar el funcionamiento del enfriador.	Falta de respuesta o funcionamiento inestable de las funciones controladas por el driver.	Fluctuaciones de voltaje o corriente inadecuada, cableado defectuoso o conexiones sueltas.	Incapacidad para controlar adecuadamente las funciones del mixer, paro de la producción.	7	10	8	560	Verificar y corregir cualquier problema eléctrico, como fluctuaciones de voltaje o corriente inadecuada.
24	Breaker	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía	El breaker se dispara con frecuencia, interrumpiendo el suministro de energía al equipo.	Sobrecarga eléctrica debido al uso excesivo de corriente, cortocircuitos en el sistema eléctrico.	Interrupción frecuente del suministro de energía al mixer, deteniendo su funcionamiento y	3	6	4	72	Verificar la capacidad de carga del breaker para asegurarse de que sea compatible con las demandas de corriente





 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Mixer	Código				MZT-005
				Código	BRP-MZT-005	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	27/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
					causando retrasos en la producción.					del mixer.
25	Contactores	Tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga	Los contactores del molino del mixer no se activan o desactivan correctamente, o se quedan pegados en una posición.	Desgaste de los contactos internos de los contactores, acumulación de suciedad o humedad, vibraciones o golpes excesivos, sobrecarga eléctrica.	Dificultad para encender o apagar el mixer.	2	5	5	50	Inspeccionar y limpiar regularmente los contactores y su área circundante para eliminar cualquier acumulación de suciedad o humedad.
26	Relés térmicos	proteger a los motores eléctricos.	Los relés térmicos en el mixer se disparan con frecuencia, interrumpiendo el funcionamiento del equipo.	Cortocircuito, presencia de suciedad	Detección inadecuada de una falla provocando daños en componentes o incluso hasta incendios	2	6	2	24	Limpieza y comprobación de voltaje. Cambio de relé
27	Mangueras	Mover el fluido a las diferentes ubicaciones de uso.	Fuga de fluido	Desgaste o desajuste	No se conducen fluidos por su interior	6	5	1	30	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras
28	Serpentín	Enfriar el material que se encuentra dentro del tanque	Se produce una fuga en el serpentín del mixer, lo que resulta en la pérdida de material o fluido que circula a través del serpentín.	Corrosión o desgaste del serpentín, presión excesiva dentro del serpentín, soldaduras defectuosas o dañadas.	Pérdida de material o fluido necesario para el proceso de mezcla, interrupciones en la producción.	6	6	4	144	Realizar inspecciones regulares del serpentín para detectar posibles signos de corrosión, desgaste o daños

Tabla 33 Matriz AMFE - Molino de martillo

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Molino de martillo	Código				MZT-006
				Código	BRP-MZT-006	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Estructura	Proteger y contener todos los elementos internos del molino	La estructura del molino de martillo sufre deformaciones, grietas o daños visibles.	Sobrecarga excesiva del molino, desgaste o corrosión de los componentes estructurales, defectos de fabricación, impactos o choques.	Reducción de la eficiencia y precisión del molino, vibraciones excesivas, posibilidad de desalineación de los componentes internos, mayor riesgo de fallas catastróficas o accidentes.	4	3	1	12	Realizar un análisis de carga y verificar que el molino esté operando dentro de los límites de diseño especificados. Realizar inspecciones regulares para detectar desgaste, corrosión o daños en los componentes estructurales y tomar medidas correctivas según sea necesario.
2	Martillos	Impactar reiteradamente para destruir y desintegrar el material	El martillo del molino se rompe o desgasta antes de alcanzar su vida útil esperada.	Sobrecarga del molino, material inadecuado utilizado para fabricar los martillos, diseño deficiente de los martillos, falta de mantenimiento regular, impactos o choques severos.	Disminución del rendimiento de molienda, mayor consumo de energía, mayor desgaste de otros componentes del molino, posibilidad de daño a los equipos de transporte o sistemas posteriores.	9	10	8	720	Verificar que el molino esté operando dentro de los límites de diseño y no se esté sometiendo a sobrecargas excesivas.
3	Rotor	Reducir el peso y aumentar el rendimiento del	El rotor del molino de martillo muestra desgaste excesivo,	Sobrecarga del molino, material inadecuado utilizado para fabricar el	Disminución del rendimiento de molienda, mayor consumo de	9	10	6	540	Verificar, calibrar y limpiar el rotor. Revisar que el rotor esté

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Molino de martillo	Código	MZT-006			
				Código	BRP-MZT-006	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		Molino	daños en los martillos o desequilibrio.	rotor, falta de mantenimiento regular, impactos o choques severos, desgaste natural debido al uso continuo.	energía, mayor desgaste de los martillos y otros componentes.					operando dentro de los límites de diseño y no se someta a sobrecargas excesivas.
4	Poleas	Transmitir la fuerza del motor hacia el disco que porta los martillos de manera cómoda	Las poleas del molino de martillo están desalineadas.	Montaje incorrecto de las poleas, aflojamiento de los tornillos de sujeción, desgaste de los componentes de sujeción, falta de mantenimiento regular.	Desgaste prematuro de las correas de transmisión, pérdida de eficiencia en la transmisión de energía, vibraciones excesivas.	4	5	1	20	Verificar la alineación de las poleas regularmente y corregirla si es necesario. Asegurarse de que las poleas estén correctamente montadas y apretadas.
5	Bandas	Transmitir la fuerza del motor hacia los martillos	Las bandas del molino de martillo presentan desgaste excesivo, roturas o deslizamiento.	Tensión inadecuada de las bandas, desalineación de las poleas, material inadecuado o de baja calidad utilizado para las bandas, sobrecarga del molino.	Pérdida de transmisión de energía, disminución del rendimiento de molienda, vibraciones excesivas,	8	6	4	192	Verificar la tensión de las bandas regularmente y ajustarlas. Inspeccionar y reemplazar las bandas desgastadas o dañadas de manera oportuna
6	Pantalla	Regular el tamaño de la particular final de descarga	La pantalla del molino de martillo presenta obstrucciones, roturas o desgaste excesivo.	Acumulación de material en la pantalla, material inadecuado utilizado para la fabricación de la pantalla, falta de	Disminución del rendimiento de molienda, reducción de la calidad del producto final, aumento de la carga de trabajo en otros	5	8	4	160	Realizar una limpieza regular de la pantalla para evitar la acumulación de material. Utilizar una pantalla de alta calidad y resistente

N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Molino de martillo	Código		MZT-006		
				Código	BRP-MZT-006	Responsable		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.		Ing. Mauricio Carrillo		
7	Motor eléctrico	Impulsar la rotación de los martillos y de todo el molino	El motor eléctrico del molino de martillo se sobrecalienta durante el funcionamiento.	Exceso de carga en el motor, baja calidad o tamaño inadecuado del motor, falta de mantenimiento regular, ventilación deficiente, voltaje inestable o incorrecto.	Pérdida de eficiencia del motor, disminución del rendimiento de molienda, aumento del consumo de energía, posible daño al motor y otros componentes eléctricos.	2	8	3	48	Limpieza de los conductores, revisión de los rodamientos y ajuste de las conexiones eléctricas.
8	Botones	Permite el paso de corriente eléctrica cuando es presionado por el usuario	Los botones del panel de control del molino de martillo no responden correctamente o presentan fallos en su operación.	Desgaste de los contactos internos de los botones, acumulación de suciedad o humedad, cables sueltos o dañados.	Dificultad para controlar el molino de martillo, posibilidad de arranques o paradas no deseadas, pérdida de productividad.	2	6	4	48	Inspeccionar y limpiar regularmente los botones y su área circundante para eliminar cualquier acumulación de suciedad o humedad. Verificar la integridad de los cables y asegurarse de que estén correctamente conectados y en buen estado
9	Sensor	Emitir señal si la tapa que cubre los martillos se encuentra abierta	El sensor del molino de martillo no detecta correctamente la presencia o posición de	Sensor dañado o descalibrado, acumulación de suciedad o	Lecturas inexactas del sensor, operación incorrecta del molino de martillo, posibilidad de	3	6	4	72	Inspeccionar y limpiar regularmente el sensor y su área circundante para eliminar cualquier






N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Molino de martillo	Código		MZT-006		
				Código	BRP-MZT-006	Responsable		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.		Alfredo Ballesteros		
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.		Ing. Mauricio Carrillo		
10	Contactores	Cerrar o abrir circuitos eléctricos, transportando la corriente desde la red a la carga	Los contactores del molino de martillo no se activan o desactivan correctamente, o se quedan pegados en una posición.	Obstrucciones en el área del sensor, interferencias electromagnéticas, cables sueltos o dañados. Desgaste de los contactos internos de los contactores, acumulación de suciedad o humedad, falta de mantenimiento regular, vibraciones o golpes excesivos, sobrecarga eléctrica.	sobrecarga o paradas no deseadas, disminución de la eficiencia y precisión del proceso de molienda. Dificultad para encender o apagar el molino de martillo, posible daño a otros componentes eléctricos.	2	6	5	60	obstrucción o acumulación de suciedad. Inspeccionar y limpiar regularmente los contactores y su área circundante para eliminar cualquier acumulación de suciedad o humedad.

Tabla 34 Matriz AMFE - Enfriador

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Enfriador	Código				AUX-007
				Código	BRP-AUX-007	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Separador de aceite	Asegurar que no se encuentre ningún residuo de aceite en el aire comprimido	El separador de aceite se obstruye, lo que impide una separación eficiente del aceite del refrigerante en la máquina enfriadora.	Acumulación de residuos, sedimentos o partículas en el separador de aceite, falta de mantenimiento regular, calidad deficiente del refrigerante.	Reducción de la eficiencia del enfriamiento, disminución del rendimiento del enfriador, posible contaminación del sistema de enfriamiento por la presencia excesiva de aceite.	7	10	8	560	Limpiar, comprobar fugas y cambiar de filtros, y juntas de ser necesario
2	Condensador de aleta y tubo	Intercambiar el calor que transforma el refrigerante de gas a líquido.	Se producen fugas en el condensador de aleta y tubo, lo que resulta en una pérdida de refrigerante o agua de enfriamiento.	Corrosión, desgaste, impactos mecánicos, vibraciones o falta de mantenimiento adecuado.	Disminución de la capacidad de enfriamiento, pérdida de eficiencia en el rendimiento del enfriador, posibles daños adicionales en los componentes circundantes.	8	9	9	648	Inspeccionar periódicamente el condensador para detectar signos de fugas. Limpiar, inspeccionar y sellar juntas y conexiones
3	Compresor	Permitir al refrigerante en estado líquido circular en el sistema hasta llegar al condensador en forma	El compresor deja de funcionar correctamente, lo que resulta en una incapacidad para	Desgaste del motor del compresor, falta de lubricación adecuada, sobrecalentamiento, problemas eléctricos,	Falta de enfriamiento, aumento de la temperatura del agua, disminución de la eficiencia del	4	6	7	168	Monitorear las temperaturas de funcionamiento del compresor y mantenerlo dentro de los rangos

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Enfriador	Código				AUX-007
				Código	BRP-AUX-007	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
		de gas.	comprimir el refrigerante y generar el enfriamiento necesario.	sobrecarga o bloqueo en el sistema.	enfriador, posible daño adicional a los componentes del sistema de enfriamiento.					recomendados
4	Evaporador	Transferir el calor del líquido para enfriar el refrigerante en punto de saturación.	El evaporador se congela, lo que interfiere con la transferencia de calor y reduce la capacidad de enfriamiento.	Flujo de agua insuficiente, obstrucciones en el sistema, temperaturas de agua de entrada demasiado bajas, problemas con el ciclo de descongelamiento o desequilibrio en la carga de refrigerante.	Reducción de la capacidad de enfriamiento, aumento de la presión y temperatura del refrigerante, disminución de la eficiencia del enfriador, posible daño al evaporador y otros componentes.	9	8	9	648	Verificar y ajustar el flujo de agua al evaporador para asegurarse de que sea adecuado. Inspeccionar y limpiar regularmente el evaporador para evitar obstrucciones. Verificar las temperaturas del agua de entrada para asegurarse de que no sean demasiado bajas, ya que esto puede provocar el congelamiento. Revisar y ajustar el ciclo de descongelamiento si es necesario.
5	Separador de vapor líquido	Eliminar gotas de aire suspendidas en las corrientes de aire	El separador de vapor líquido no realiza correctamente la	Diseño inadecuado del separador, obstrucciones en el	Contaminación del sistema de refrigeración por la	5	6	5	150	Verificar y limpiar regularmente el separador de vapor

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Enfriador	Código				AUX-007
				Código	BRP-AUX-007	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
			separación de vapor y líquido, lo que afecta el rendimiento y eficiencia del enfriador.	separador, falta de mantenimiento regular, problemas con las válvulas de control de líquido o vapor.	presencia de vapor no condensado, disminución de la eficiencia del enfriador, posibles daños adicionales en otros componentes					líquido para evitar obstrucciones. Asegurarse de que el separador esté diseñado y dimensionado correctamente para el sistema de enfriamiento.
6	Torre de enfriamiento	Reducir la temperatura del agua.	La torre de enfriamiento no logra enfriar eficientemente el agua de enfriamiento, lo que resulta en un aumento de la temperatura del agua de retorno.	Acumulación de sedimentos y depósitos en los rellenos de la torre, falta de mantenimiento regular, obstrucciones en el flujo de aire, problemas con las bombas de agua o ventiladores.	Aumento de la temperatura del agua de retorno, disminución del rendimiento y eficiencia del enfriador, posibles daños adicionales en otros componentes del sistema.	2	5	1	10	Realizar limpiezas periódicas de los rellenos de la torre para eliminar sedimentos y depósitos. Verificar y limpiar los sistemas de filtrado de agua si los hay. Inspeccionar y limpiar los ventiladores y asegurarse de que el flujo de aire no esté obstruido.
7	Panel de control	Permitir el control básico de todo el sistema	El panel de control no responde adecuadamente o presenta errores en la lectura de datos o comandos.	Fallas en los componentes electrónicos del panel, conexiones sueltas o dañadas, falta de mantenimiento regular, interferencias	Dificultad para controlar y monitorear el enfriador, falta de información precisa sobre el estado y rendimiento del equipo, posible mal	5	7	4	140	Verificar y limpiar las conexiones y cables del panel de control para asegurarse de que estén bien conectados y sin daños.

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Enfriador	Código				AUX-007
				Código	BRP-AUX-007	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
				eléctricas o problemas de programación.	funcionamiento general del sistema de enfriamiento.					
8	Microprocesador	Gestionar y controlar el funcionamiento del enfriador.	Error al enviar las señales	Suciedad y presencia de corrosión en los terminales	Paro de la maquinaria	4	8	4	128	Ajuste y limpieza
9	Contactores	Cerrar o abrir circuitos eléctricos, transportando la corriente desde la red a la carga	Contactos soldados o pegados	Presencia de suciedad o corrosión en los terminales, exceso de suciedad	Gasto de corriente elevado, la maquinaria no enciende	2	6	5	60	Inspección, limpieza o cambio de componente
10	Switch	Evitar daños en un circuito eléctrico causado por una corriente excesiva de energía	Falla de enlaces o conexión	Conexión incorrecta, mal montaje y sobrecarga	No existe conexión entre los diferentes componentes de la maquinaria	3	7	5	105	Revisión, limpieza y ajuste de terminales
11	Manómetros	Regula el suministro del líquido refrigerante al evaporador y reduce la presión de este para su vaporización al punto que se requiera.	Los manómetros no proporcionan mediciones precisas de la presión del sistema o muestran valores inconsistentes.	Calibración incorrecta de los manómetros, obstrucciones en los tubos de conexión, fugas en las conexiones, daños en los diafragmas o indicadores internos.	Dificultad para monitorear y controlar la presión del sistema de enfriamiento, posibles sobrecargas o insuficiencias en el funcionamiento del enfriador, falta de información precisa para el mantenimiento	7	4	2	56	Realizar una calibración regular de los manómetros para asegurar mediciones precisas. Inspeccionar los tubos de conexión en busca de obstrucciones y fugas, y reparar o reemplazar según sea necesario.





 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Enfriador	Código				AUX-007
				Código	BRP-AUX-007	Responsable				Alfredo Ballesteros
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	9/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
					y diagnóstico.					
12	Ventiladores	Obligar al refrigerante a convertirse nuevamente en líquido mediante un flujo de aire que circula a través de las aletas de aluminio.	Fallo en el motor, obstrucción debido a suciedad, desgaste de aspas	Problemas con el devanado del motor, presencia de suciedad, vibraciones y desalineamiento en aspas	El material no se enfría adecuadamente para retirarlo ocasionando sobretiempos en la producción	9	10	8	720	Limpieza y revisión del motor, ajuste y alineación de aspas

Tabla 35 Matriz AMFE - Compresor

 INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC MATRIZ AMFE		Máquina	Compresor	Código	AUX-008			
				Código	BRP-AUX-008	Responsable	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.	Alfredo Ballesteros			
				Fecha de rev.	26/6/2023	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Rotores	Girar a alta velocidad para crear una cámara en el cual se comprime el aire descargado de la atmósfera	Desgaste del rotor, presencia de corrosión y desequilibrio	Cumplimiento de la vida útil del rotor, exposición a partículas abrasivas o vibraciones excesivas con desgaste prematuro en los cojinetes	Paro de la maquinaria causando daños internos en los componentes	7	9	9	567	Revisión, limpieza y cambio de rotores de ser necesario
2	Cilindro	Cámara por la que pasa el aire, almacena a los rotores.	Desgaste del cilindro, presencia de grietas en el cilindro y sobrecalentamiento	Cumplimiento de la vida útil del cilindro, golpes o mal transporte, falta de lubricación	Disminución del rendimiento, pérdida de eficiencia, paro de maquinaria	5	7	4	140	Revisión, limpieza, lubricación y cambio de cilindro de ser necesario
3	Tanque	Mantener y almacenar de manera segura el aire hasta su uso	Presencia de fugas	Juntas defectuosas, válvulas dañadas, grietas en la soldadura	Reducción de la presión de aire, falta de suministro de aire, explosión	5	7	5	175	Inspección periódica del tanque y corrección de fugas
4	Separador de aceite	Asegurar que no se encuentre ningún residuo de aceite en el aire comprimido	Presencia de fugas y obstrucciones	Juntas defectuosas, acumulación de suciedad o partículas sólidas, filtros degradados	Presencia de aceite en el aire comprimido, falta de lubricación en los componentes del	3	5	7	105	Limpieza, comprobación de fugas y cambio de filtros, y juntas de ser necesario


		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Compresor	Código				AUX-008
				Código	BRP-AUX-008	Responsable				Alfredo Ballesteros
MATRIZ AMFE				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	26/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
					equipo					
5	Enfriador de aceite	Mantener el aceite en un rango de temperatura óptimo	Pérdida de la capacidad de enfriamiento, fugas y acumulación de suciedad	Problemas con el termostato, deterioro de las aletas del radiador, acumulación de suciedad	Reducción de la eficiencia de la máquina, sobrecalentamiento	4	6	5	120	Revisión periódica del termostato, aletas del radiador y limpieza de conductos
6	Válvula de succión	Permite la entrada de aire en los rotores cuando sea necesario	Exceso de vibraciones, fugas de aire	Falta de ajuste o desgaste en la válvula, resorte de presión debilitada	Reducción de la eficiencia del compresor	3	5	2	30	Ajuste o cambio de la válvula de succión
7	Válvula de descarga	Liberar el aire en el tanque para su almacenamiento o aplicación inmediata	Exceso de vibraciones, fugas de aire	Falta de ajuste o desgaste en la válvula, resorte de presión debilitada	Reducción de la eficiencia del compresor	6	4	1	24	Ajuste o cambio de la válvula de succión
8	Mangueras	Mover el aire comprimido del tanque a las diferentes ubicaciones de uso	Fuga de fluido	Desgaste o desajuste	No se conducen fluidos por su interior	6	5	1	30	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras
9	Motor eléctrico	Impulsar la rotación de los tornillos y de todo el compresor	No enciente, falta de lubricación, suciedad daños internos	Error en la conexión de la fuente de alimentación, cortocircuito en los devanados del estator, desgaste de rodamientos	Paro de la maquinaria por falta del movimiento para el arrastre del rotor	2	8	3	48	Verificar la fuente de conexión, verificar que no se encuentre en corto, lubricar los componentes

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Compresor	Código				AUX-008
				Código	BRP-AUX-008	Responsable	Alfredo Ballesteros			
MATRIZ AMFE				Fecha de elabo.	7/6/2023	Elaborado por.				Alfredo Ballesteros
				Fecha de rev.	26/6/2023	Revisado por.				Ing. Mauricio Carrillo
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
10	Sistema de control	Regular las diferentes partes del compresor y los parámetros de funcionamiento	Error al enviar las señales	Suciedad y presencia de corrosión en los terminales	Paro de la maquinaria	4	8	4	128	Ajuste y limpieza
11	Filtro de aire	Contrarresta el polvo, la humedad y las partículas de aire minimizando el daño en el interior	Obstrucción del filtro	Cumplimiento de la vida útil del filtro, acumulación de suciedad y polvo	Reducción de la eficiencia del compresor	7	5	3	105	Revisión y reemplazo del filtro de ser necesario
12	Filtro de aceite	Limpiar y mantener la pureza del aire comprimido	Obstrucción del filtro	Cumplimiento de la vida útil del filtro, acumulación de suciedad y polvo	Reducción de la eficiencia del compresor	6	4	2	48	Revisión y reemplazo del filtro de ser necesario

2.9. REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA INGB&RPLAS.

En las tablas 36 - 43 se muestra el diagnóstico del estado actual de las máquinas de la empresa INGB&R PLAST.

Tabla 36 Estado de la maquinaria - Inyectadora 1

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Inyectadora
		Estado de la Maquinaria		Código	BRP-INY-001
				Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
				Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
1	Bancada			X	Realizar correcciones en los anclajes
2	Husillo		X		
3	Tolva de alimentación	X			
4	Transmisión		X		
5	Boquilla		X		
6	Estructura			X	Realizar recubrimiento de toda la estructura
7	Transmisión mesa		x		
8	Disco dentado		x		
9	Mesa		x		
10	Motor		x		
11	Termocuplas	x			
12	Calentadores	x			
13	Breakers		x		
14	Contactores		x		
15	Relés térmicos	x			
16	PLC	x			
17	Pantalla de control		x		
18	Sensores		x		
19	Botones	x			
20	Switch		x		
21	Luces piloto		x		
22	Botones de emergencia	x			
23	Cilindro		x		

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Inyectora
				Código	BRP-INY-001
		Estado de la Maquinaria		Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
				Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
	hidráulico				
24	Pistón del husillo		x		
25	Válvulas electrohidráulicas		x		
26	Mangueras		x		
27	Pistón de la boquilla		x		
28	Ventiladores	x			
29	Evaporador		x		
Estado promedio de la maquinaria					REGULAR

Tabla 37 Estado de la maquinaria - Inyectadora 2


		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Inyectadora
		Estado de la Maquinaria		Código	BRP-INY-002
				Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
				Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
1	Bancada		x		
2	Husillo		x		
3	Tolva de alimentación	x			
4	Transmisión		x		
5	Boquilla		x		
6	Estructura		x		
7	Transmisión mesa		x		
8	Disco dentado		x		
9	Mesa		x		
10	Motor	x			
11	Termocuplas	x			
12	Calentadores	x			
13	Breakers		x		
14	Contactores	x			
15	Relés térmicos	x			
16	PLC	x			
17	Pantalla de control		x		
18	Sensores		x		
19	Botones		x		
20	Switch	x			
21	Luces piloto	x			
22	Botones de emergencia	x			
23	Cilindro hidráulico		x		
24	Pistón del husillo		x		
25	Válvulas electrohidráulicas			x	Corregir las fugas de aceite de las Válvulas electrohidráulicas
26	Mangueras		x		
27	Pistón de la boquilla		x		
28	Ventiladores			x	Revisar y reconectar los ventiladores
29	Evaporador		x		
Estado promedio de la maquinaria					REGULAR

Tabla 38 Estado de la maquinaria - Extrusora

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Extrusora	
			Código	BRP-EXT-03	
	Estado de la Maquinaria		Elaborado por.	Alfredo Ballesteros	
			Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo	
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
1	Bancada	x			
2	Husillo		x		
3	Tolva de alimentación	x			
4	Transmisión		x		
5	Transmisión tolva		x		
6	Blower	x			
7	Cabezal		x		
8	Estructura	x			
9	Cuchillas		x		
10	Tubos de transporte	x			
11	Filtro		x		
12	Motor		x		
13	Motor de la tolva		x		
14	Motor cuchillas		x		
15	Motor blower		x		
16	Termocuplas	x			
17	Calentadores	x			
18	Breakers		x		
19	Contactores		x		
20	Relés térmicos	x			
21	PLC	x			
22	Panel de control		x		
23	Sensores		x		
24	Botones	x			
25	Switch	x			
26	Luces piloto	x			
27	Botones de emergencia		x		
28	Ventiladores		x		
29	Evaporador		x		
Estado promedio de la maquinaria				REGULAR	

Tabla 39 Estado de la maquinaria - Estampadora


		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Estampadora
				Código	BRP-EXT-04
				Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
				Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
1	Estructura		x		
2	Placa de sujeción		x		
3	Placa de sujeción		x		
4	Piñones		x		
5	Cadena		x		
6	Electroválvulas	x			
7	Manguereas			x	Reemplazo de mangueras que presenten fugas de fluido
8	Pistón		x		
9	Contactores	x			
10	Relés térmicos	x			
11	Breakers		x		
12	Electroventilador	x			
13	Bomba		x		
14	Calentadores	x			
15	Motor eléctrico		x		
16	Panel de control		x		
17	Botones		x		
18	Luz piloto		x		
19	Microprocesador	x			
Estado promedio de la maquinaria					REGULAR

Tabla 40 Estado de la maquinaria - Mixer

N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Mixer
				Código	BRP-MZT-05
				Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
				Estado de la Maquinaria	Revisado por. Ing. Mauricio Carrillo
1	Estructura	x			
2	Caja reductora 1		x		
3	Caja reductora 2		x		
4	Aspas 1		x		
5	Aspas 2		x		
6	Tanque 1		x		
7	Tanque 2		x		
8	Mangueras	x			
9	Unidad de mantenimiento	x			
10	Pistón 1		x		
11	Pistón 2		x		
12	Pistón tapa 1		x		
13	Pistón tapa 2		x		
14	Termocupla 1	x			
15	Termocupla material	x			
16	Termocupla 2	x			
17	Luz piloto	x			
18	Switches		x		
19	Botones	x			
20	Cables		x		
21	Motor 1		x		
22	Motor 2		x		
23	Driver	x			
24	Breaker	x			
25	Contactores	x			
26	Relés térmicos		x		
27	Mangueras		x		
28	Serpentín		x		
Estado promedio de la maquinaria					REGULAR

Tabla 41 Estado de la maquinaria - Molino de martillos

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC	Máquina	Molino		
		Código	BRP-MZT-06		
		Elaborado por.	Alfredo Ballesteros		
		Estado de la Maquinaria	Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo	
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
1	Estructura	x			
2	Martillos		x		
3	Rotor		x		
4	Poleas		x		
5	Bandas		x		
6	Pantalla		x		
7	Motor eléctrico	x			
8	Botones		x		
9	Sensor	x			
10	Contactores	x			
Estado promedio de la maquinaria					REGULAR

Tabla 42 Estado de la maquinaria - Enfriador



		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Maquina	Enfriador
				Código	BRP-AUX-07
		Estado de la Maquinaria		Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
				Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
1	Separador de aceite	x			
2	Condensador de aleta y tubo	x			
3	Compresor		x		
4	Evaporador	x			
5	Separador de vapor líquido	x			
6	Torre de enfriamiento			x	Reemplazar la torre de enfriamiento de plástico por una de metal
7	Panel de control	x			
8	Microprocesador	x			
9	Contactores	x			
10	Switch	x			
11	Manómetros	x			
12	Ventiladores		x		
Estado promedio de la maquinaria					BUENO

Tabla 43 Estado de la maquinaria - Compresor

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		Máquina	Compresor
				Código	BRP-AUX-08
				Elaborado por.	Alfredo Ballesteros
		Estado de la Maquinaria		Revisado por.	Ing. Mauricio Carrillo
N°	Componente	Estado			
		Bueno	Regular	Deficiente	Recomendación
1	Rotores	x			
2	Cilindro	x			
3	Tanque	x			
4	Separador de aceite	x			
5	Enfriador de aceite	x			
6	Válvula de succión	x			
7	Válvula de descarga		x		
8	Mangueras		x		
9	Motor eléctrico	x			
10	Sistema de control	x			
11	Filtro de aire		x		
12	Filtro de aceite		x		
Estado promedio de la maquinaria					BUENO

2.10. PLAN DE MANTENIMIENTO

Según la norma UNE-EN 13306:2011, un plan de mantenimiento es un grupo de tareas planificadas y documentadas las cuales incorporan: el tiempo, los métodos, las operaciones, los recursos, las acciones y procesos necesarios para lograr el desarrollo del mantenimiento [11].

El plan de mantenimiento está enfocado en gestionar tareas para recuperar los beneficios perdidos por el desgaste de componentes de la maquinaria, evitando el conjunto de averías significativas y críticas para los costos o producción mediante el mantenimiento preventivo y por último implementando y desarrollando herramientas que faciliten identificar el estado y las condiciones de las máquinas de toda la planta [12].

2.11. BITÁCORAS Y GAMAS DE MANTENIMIENTO

2.11.1. BITÁCORA

Conocida también como registro de fallas o averías, se utiliza para exponer las intervenciones de mantenimiento que realizó el personal, estas intervenciones se registran por día y por turno. Tomando en consideración los datos indicados en el registro, se puede averiguar cuáles son las fallas más comunes que se producen en la máquina, del mismo modo, es posible examinar el tipo de arreglo que fue empleado, el lapso de tiempo transcurrido entre estos eventos, así como el comportamiento del equipo durante y después del fallo [13].

Se designó un código, que se muestra en la tabla 44 para detallar la frecuencia con la que se va a efectuar cada tarea de mantenimiento.

Tabla 44 Codificación frecuencias de mantenimiento

FRECUENCIA	COLOR	CÓDIGO
Diario	Amarelo	D
Semanal	Verde	S
Mensual	Naranja	M1
Trimestral	Gris	M3
Semestral	Azul	M6
Anual	Rojo	A

2.11.2. GAMAS DE MANTENIMIENTO

Las gamas de mantenimiento engloban todas las acciones que se llevarán a cabo mensualmente para preservar la maquinaria, con el objetivo de prevenir y reducir posibles fallos. La bitácora general está compuesta por las gamas que serán implementadas mensualmente a lo largo de un año de operatividad de la maquinaria, donde se describen en detalle cada componente y las tareas a ejecutar [13].

- **Gamas diarias o semanales**

El propósito de esta gama es reunir actividades de ejecución relativamente sencilla, como la inspección visual de fugas y ruidos inusuales, la toma de datos y mediciones de ciertos parámetros, así como actividades comunes de limpieza y lubricación externa. Estas tareas pueden realizarse incluso mientras las máquinas/equipos están en funcionamiento, lo que facilita el mantenimiento continuo y actualizado [14].

- **Gamas quincenales o mensuales**

Esta gama se distingue por involucrar tareas más complejas que las realizadas a diario, como el desmontaje del equipo para llevar a cabo labores de mantenimiento, la limpieza y/o lubricación de los componentes internos del equipo, así como la detención del equipo para realizar tomas de datos que requieran un mayor esfuerzo [14].

- **Gamas semestrales, trimestrales o anuales**

En esta categoría de mantenimiento, las tareas exigen una inspección exhaustiva y minuciosa del equipo, lo cual implica que ya no es viable llevar a cabo las tareas en períodos cortos, sino que es necesario detener el equipo. Usualmente, estas actividades se emplean para llevar a cabo el reemplazo de rodamientos, medir el grosor de ciertos componentes, entre otros [15].

2.11.3 GAMAS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INGB&R PLAST

Después de realizar el análisis AMFE y obtener los valores de índice de prioridad de riesgo más altos se procedió a realizar las gamas de mantenimiento para la empresa INGB&R PLAST, las gamas de mantenimiento se muestran en las tablas 45 - 52, estando enfocado en aplicar acciones de mantenimiento preventivo a todos los componentes de la maquinaria de manera jerárquica.

Tabla 45 Gama de mantenimiento- Inyectadora 1


	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Inyectadora
			CÓDIGO	BRP-INY-01
			INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
GAMA DE MANTENIMIENTO				
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Bancada	Revisión y corrección de vibraciones.	A	2h	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la bancada	A	3h	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Husillo	Revisión, limpieza y rectificación del husillo	M3	1h	Caja de herramientas, guaípe, empresa externa
Tolva de alimentación	Revisión, limpieza y rectificación de la tolva	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Transmisión	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Boquilla	Revisión del estado de empaques y abrazaderas	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe
Estructura	Revisión y corrección de vibraciones	A	30mins	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la estructura	A	3H	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Transmisión mesa	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Disco dentado	Revisión, limpieza y lubricación del disco dentado	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Mesa	Limpiar, rectificar y recubrir nuevamente la mesa	A	2H	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa, compresor, pistola para pintar, pintura
Motor	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Inyectadora
			CÓDIGO	BRP-INY-01
	GAMA DE MANTENIMIENTO		INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
				aceite, engrasadora, grasa
Termocuplas	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Calentadores	Revisión, limpieza o cambio de calentadores	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Breakers	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Contactores	Inspección, limpieza o cambio de componente	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Relés térmicos	Limpieza y comprobación de voltaje.	M6	15mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de relé	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
PLC	Ajuste y limpieza	M6	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro, brocha, computador
Pantalla de control	Inspeccionar, limpiar y calibrar la pantalla	M3	20mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
Sensores	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Botones	Limpieza o cambio de botones	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Switch	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Luces piloto	Cambio de bombillo	A	10mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Revisión de las conexiones internas	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Botones de	Limpieza, revisión y	M6	30mins	Caja de herramientas,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Inyectora
			CÓDIGO	BRP-INY-01
	GAMA DE MANTENIMIENTO		INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
emergencia	cambio de botón de ser necesario			limpia contactos, multímetro
Cilindro hidráulico	Limpiar, revisa la presión del cilindro	M1	35mins	Caja de herramientas, guaipe
	Lubricar el cilindro	M1	20mins	Caja de herramientas, guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Pistón del husillo	Revisión de los empaques	M3	20mins	Caja de herramientas, guaipe
	Calibración de presión y lubricación	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Válvulas electrohidráulicas	Revisión de contactos y cambio de mangueras en mal estado	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de solenoide	M3	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Mangueras	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras	M6	20mins	Caja de herramientas, guaipe
Pistón de la boquilla	Revisión de los empaques	M3	15mins	Caja de herramientas, guaipe
	Calibración de presión y lubricación	M3	30mins	Caja de herramientas, guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Ventiladores	Limpieza y revisión del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Ajuste y alineación de aspas	M6	1h	Caja de herramientas, guaipe
Evaporador	Inspeccionar, reparar fugas y averías	M3	30mins	Caja de herramientas, guaipe
	cargar refrigerante	M1	15mins	Caja de herramientas, guaipe, refrigerante

Tabla 46 Gama de mantenimiento- Inyectadora 2


	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Inyectadora
			CÓDIGO	BRP-INY-02
			INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
GAMA DE MANTENIMIENTO				
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Bancada	Revisión y corrección de vibraciones.	A	2h	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la bancada	A	3h	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Husillo	Revisión, limpieza y rectificación del husillo	M3	1h	Caja de herramientas, guaípe, empresa externa
Tolva de alimentación	Revisión, limpieza y rectificación de la tolva	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Transmisión	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Boquilla	Revisión del estado de empaques y abrazaderas	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe
Estructura	Revisión, corrección de vibraciones y	A	30mins	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la estructura	A	3H	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Transmisión mesa	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Disco dentado	Revisión, limpieza y lubricación del disco dentado	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Mesa	Limpiar, rectificar y recubrir nuevamente la mesa	A	2H	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa, compresor, pistola para pintar, pintura
Motor	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente,


	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Inyectadora
			CÓDIGO	BRP-INY-02
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
				aceite, engrasadora, grasa
Termocuplas	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Calentadores	Revisión, limpieza o cambio de calentadores	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Breakers	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Contactores	Inspección, limpieza o cambio de componente	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Relés térmicos	Limpieza y comprobación de voltaje.	M6	15mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de relé	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
PLC	Ajuste y limpieza	M6	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro, brocha, computador
Pantalla de control	Inspeccionar, limpiar y calibrar la pantalla	M3	20mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
Sensores	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Botones	Limpieza o cambio de botones	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Switch	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Luces piloto	Cambio de bombillo	A	10mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Revisión de las conexiones internas	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Botones de	Limpieza, revisión y	M6	30mins	Caja de herramientas,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Inyectadora
			CÓDIGO	BRP-INY-02
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
emergencia	cambio de botón de ser necesario			limpia contactos, multímetro
Cilindro hidráulico	Limpiar, revisa la presión del cilindro	M1	35mins	Caja de herramientas, guaípe
	Lubricar el cilindro	M3	20mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Pistón del husillo	Revisión de los empaques	M3	20mins	Caja de herramientas, guaípe
	Calibración de presión y lubricación	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Válvulas electrohidráulicas	Revisión de contactos y cambio de mangueras en mal estado	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de solenoide	M3	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Mangueras	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Pistón de la boquilla	Revisión de los empaques	M3	15mins	Caja de herramientas, guaípe
	Calibración de presión y lubricación	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Ventiladores	Limpieza y revisión del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Ajuste y alineación de aspas	M6	1h	Caja de herramientas, guaípe
Evaporador	Inspeccionar, reparar fugas y averías	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe
	Cargar refrigerante	M1	15mins	Caja de herramientas, guaípe, refrigerante

Tabla 47 Gama de mantenimiento- Extrusora

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Extrusora
			CÓDIGO	BRP-EXT-003
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Bancada	Revisión y corrección de vibraciones.	A	2h	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la bancada	A	3h	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Husillo	Revisión, limpieza y rectificación del husillo	M3	1h	Caja de herramientas, guaípe, empresa externa
Tolva de alimentación	Revisión, limpieza y rectificación de la tolva	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Transmisión	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Transmisión tolva	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Blower	Revisión, corrección de vibraciones y cambio de rodamientos	M6	40mins	Caja de herramientas, guaípe
Cabezal	Limpieza, inspección y reemplazo de componentes desgastados	M3	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Estructura	Revisión, corrección de vibraciones y	A	30mins	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la estructura	A	3H	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Cuchillas	Inspección y afilado de cuchillas	M6	1h	Caja de herramientas, guaípe
	Reemplazo de cuchillas	A	45mins	Caja de herramientas, guaípe
Tubos y tolvas de transporte	Revisión, corrección de vibraciones	A	2h	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Rectificar y reemplazar los tubos dañados	A	2h	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Filtro	Limpieza y reemplazo del elemento filtrante	D	30mins	Caja de herramientas, guaípe
Motor	Verificación de la fuente de	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Extrusora
			CÓDIGO	BRP-EXT-003
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
	conexión			multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Motor de la tolva	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Motor cuchillas	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Motor Blower	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Termocuplas	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Calentadores	Revisión, limpieza o cambio de calentadores	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Extrusora
			CÓDIGO	BRP-EXT-003
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
				multímetro
Breakers	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Contactores	Inspección, limpieza o cambio de componente	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Relés térmicos	Limpieza y comprobación de voltaje.	M6	15mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de relé	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
PLC	Ajuste y limpieza	M6	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro, brocha, computador
Panel de control	Realizar una limpieza regular de la pantalla para evitar la acumulación de material.	S	10mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
	Ajuste y calibración de la pantalla	M3	10mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
Sensores	Inspeccionar y limpiar el sensor y su área circundante para evitar la acumulación de suciedad.	M6	15mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de sensor	A	35mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Botones	Limpieza o cambio de botones	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Switches	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Luces piloto	Cambio de bombillo	A	10mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Revisión de las conexiones internas	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro


	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Extrusora
			CÓDIGO	BRP-EXT-003
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Botones de emergencia	Limpieza, revisión y cambio de botón de ser necesario	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Ventiladores	Limpieza y revisión del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Ajuste y alineación de aspas	M6	1h	Caja de herramientas, guaípe
Evaporador	Inspeccionar, reparar fugas y averías	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe
	Cargar refrigerante	M1	15mins	Caja de herramientas, guaípe, refrigerante

Tabla 48 Gama de mantenimiento- Estampadora

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Estampadora
			CÓDIGO	BRP-EXT-004
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Estructura	Revisión, corrección de vibraciones	A	30mins	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la estructura	A	2h	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Placa de sujeción	Realizar inspecciones para detectar signos de deformación o desgaste.	S	10mins	Caja de herramientas, guaípe
Piñones	Lubricación regular de los piñones	M1	30mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
	Limpieza de cualquier suciedad o contaminación presente en ellos.	S	25mins	Caja de herramientas, guaípe
Cadena	Lubricación regular con un lubricante adecuado	M3	18mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
	Limpieza de las cadenas para eliminar cualquier suciedad o residuo.	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Electroválvulas	Realizar para identificar y solucionar posibles fugas.	M1	10 min	Caja de herramientas, guaípe
	Cambio de orrings	M3	15mins	Caja de herramientas, guaípe
	Cambio de filtros	M3	15mins	Caja de herramientas, guaípe
Mangueras	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Pistón	Lubricar adecuadamente del pistón y el cilindro.	M1	45min	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
	Inspeccionar visualmente el pistón en busca de desgaste	M6	10mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reemplazo de pistón	A	1h	Caja de herramientas, guaípe
Contactores	Inspección, limpieza o cambio de componente	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Estampadora
			CÓDIGO	BRP-EXT-004
	GAMA DE MANTENIMIENTO		INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
				multímetro
Relés térmicos	Limpieza y comprobación de voltaje.	M6	15mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de relé	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Breaker	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Electroventilador	Realizar inspecciones periódicas del electroventilador para verificar su funcionamiento adecuado.	S	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Limpia regularmente las aspas del ventilador para eliminar cualquier obstrucción o acumulación de suciedad	S	1h	Caja de herramientas, guaipe, calibrador de espesores
Bomba	Limpieza y revisión de las líneas de succión para evitar obstrucciones.	M1	45mins	Caja de herramientas, guaipe
	Verificar el estado de los sellos y reemplazarlos si están desgastados o dañados.	M1	35mins	Caja de herramientas, guaipe
Calentadores	Revisar el funcionamiento de la termocupla y reemplazarlo si es necesario.	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Revisión, limpieza o cambio de calentadores	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Motor eléctrico	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los	M3	45mins	Caja de herramientas,



	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Estampadora
			CÓDIGO	BRP-EXT-004
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
	componentes del motor			guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Panel de control	Realizar una limpieza regular de la pantalla para evitar la acumulación de material.	S	10mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
	Ajuste y calibración de la pantalla	M3	10mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
Botones	Limpieza o cambio de botones	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Luz piloto	Cambio de bombillo	A	10mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Revisión de las conexiones internas	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Microprocesador	Ajuste y limpieza	M6	1h	Caja de herramientas, brocha, taípe, teflón, cautín, computador

Tabla 49 Gama de mantenimiento- Mixer

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Mixer
			CÓDIGO	BRP-MZT-005
			INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
GAMA DE MANTENIMIENTO				
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Estructura	Revisión, corrección de vibraciones	A	30mins	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la estructura	A	2h	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Caja reductora 1	Realizar cambios de aceite y lubricación según las recomendaciones del fabricante	M3	1h	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
	Inspeccionar, rectificar y limpiar los engranajes internos	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Caja reductora 2	Inspeccionar regularmente los sellos y juntas de la caja reductora	M3	15mins	Caja de herramientas, guaípe
	Inspeccionar, rectificar y limpiar los engranajes internos	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Aspas 1	Inspeccionar y rectificar las aspas con desgaste	A	2h	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Aspas 2	Inspeccionar y corregir el desbalanceo de las aspas	M6	1h30	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Tanque 1	Inspeccionar regularmente el tanque del mixer en busca de posibles fugas.	A	45min	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
	Realizar reparaciones de soldaduras, juntas o conexiones deterioradas.	A	1h	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Tanque 2	Inspeccionar regularmente el tanque del mixer en busca de posibles fugas.	A	45min	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
	Realizar reparaciones de soldaduras, juntas o conexiones deterioradas.	A	1h	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Mangueras	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Unidad de	Inspeccionar la unidad en	S	15mins	Caja de herramientas,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Mixer
			CÓDIGO	BRP-MZT-005
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
mantenimiento	busca de posibles fugas			guaípe
	Limpieza y reemplazo de filtros obstruidos	M3	25mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reajuste y verificación de las conexiones	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe
Pistón 1	Lubricar adecuadamente del pistón y el cilindro.	M1	45min	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
	Inspeccionar visualmente el pistón en busca de desgaste	M6	10mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reemplazo de pistón	A	1h	Caja de herramientas, guaípe
Pistón 2	Inspecciones del pistón en busca de posibles grietas o fracturas.	M6	10mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reemplazo de pistón	A	1h	Caja de herramientas, guaípe
Pistón tapa 1	Inspeccionar y limpiar regularmente el pistón de la tapa	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reemplazar los sellos o la tapa si es necesario.	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe
Pistón tapa 2	Inspeccionar y limpiar regularmente el pistón de la tapa	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reemplazar los sellos o la tapa si es necesario.	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe
Termocupla 1	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Termocupla material	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Termocupla 2	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Luces piloto	Cambio de bombillo	A	10mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Revisión de las conexiones internas	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Mixer
			CÓDIGO	BRP-MZT-005
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
				multímetro
Switches	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Botones	Limpieza o cambio de botones	A	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Cables	Inspeccionar para detectar signos de desgaste, corrosión o daños visibles	M3	10mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Reemplazar los cables desgastados, agrietados o dañados de inmediato.	M5	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Motor 1	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Motor 2	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Driver	Reprogramación ajuste y limpieza	M6	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro, brocha, computador
Breaker	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento	M6	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Contactores	Inspección, limpieza o cambio de componente	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro



	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Mixer
			CÓDIGO	BRP-MZT-005
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Relés térmicos	Limpieza y comprobación de voltaje.	M6	15mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de relé	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Mangueras	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Serpentín	Realizar inspecciones regulares del serpentín para detectar posibles signos de corrosión, desgaste o daños	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe

Tabla 50 Gama de mantenimiento- Molino de martillo

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Molino de martillo
			CÓDIGO	BRP-MZT-006
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Estructura	Revisión, corrección de vibraciones	A	30mins	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Recubrimiento de la estructura	A	2h	Pintura, compresor, Pistola para pintar
Martillos	Realizar una inspección periódica para identificar fracturas o desgaste	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reemplazo o afilado de los martillos	A	2h	Caja de herramientas, guaípe
	Lubricar y reemplazar los rodamientos	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
	Ajuste y equilibrado de los martillos	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe, suelda, empresa externa
Rotor	Verificar, calibrar y limpiar el rotor.	M3	20mins	Caja de herramientas, guaípe
	Lubricar las partes móviles del rotor	M3	35mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Poleas	Verificar y corregir la alineación de las poleas	M1	10mins	Caja de herramientas, guaípe
	Cambio de polea	M6	25mins	Caja de herramientas, guaípe
Bandas	Verificar la tensión de las bandas y ajustarlas.	M1	15mins	Caja de herramientas, guaípe
	Inspeccionar y reemplazar las bandas desgastadas o dañadas	M3	30mins	Caja de herramientas, guaípe
Pantalla	Realizar una limpieza regular de la pantalla para evitar la acumulación de material.	S	10mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
	Ajuste y calibración de la pantalla	M3	10mins	Caja de herramientas, paño de microfibra, multímetro
Motor eléctrico	Verificación de la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro


	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Molino de martillo
			CÓDIGO	BRP-MZT-006
			INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
GAMA DE MANTENIMIENTO				
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, guaipe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Botones	Inspeccionar y limpiar los botones	M3	10mins	Multímetro, limpia contactos, cepillo
	Verificar el estado de los cables y asegurarse de que estén correctamente conectados	M1	25mins	Multímetro, amperímetro, taípe, alicate
Sensor	Inspeccionar y limpiar el sensor y su área circundante para evitar la acumulación de suciedad.	M6	15mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Cambio de sensor	A	35mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Contactores	Inspeccionar y limpiar los contactores para eliminar cualquier acumulación de suciedad o humedad.	M6	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro


Tabla 51 Gama de mantenimiento- Enfriador

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Enfriador
			CÓDIGO	BRP-AUX-007
			INICIO JORNADA	7h30
			FIN DE JORNADA	17h30
GAMA DE MANTENIMIENTO				
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Separador de aceite	Limpiar y comprobar fugas	M3	15mins	Caja de herramientas, guaípe, brocha
	Cambio de filtros, y juntas	M6	45mins	Caja de herramientas, guaípe
Condensador de aleta y tubo	Inspeccionar periódicamente el condensador	S	12mins	Caja de herramientas, guaípe
	Detectar signos de fugas.	M3	25mins	Caja de herramientas, guaípe
	Limpiar, inspeccionar y sellar juntas y conexiones	M3	35mins	Caja de herramientas, guaípe, teflón
Compresor	Monitorear las temperaturas de funcionamiento del compresor	D	10mins	Multímetro, termómetro infrarrojo
Evaporador	Verificar y ajustar el flujo de agua al evaporador.	S	15mins	Caja de herramientas, guaípe, cepillos, líquidos quita óxido,
	Inspeccionar y limpiar regularmente el evaporador para evitar obstrucciones	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe, cepillos, líquidos quita óxido,
	Verificar las temperaturas del agua de entrada.	D	5mins	termómetro infrarrojo
	Revisar y ajustar el ciclo de descongelamiento	S	12mins	Linterna, alicates, termómetro infrarrojo, multímetro
Separador de vapor líquido	Verificar y limpiar regularmente el separador de vapor líquido para evitar obstrucciones.	S	30mins	Caja de herramientas, guaípe, cepillos, líquidos quita óxido,
Torre de enfriamiento	Realizar limpiezas periódicas de los rellenos de la torre para eliminar sedimentos y depósitos.	S	1h30	Caja de herramientas, guaípe, cepillos, líquidos quita óxido,
Panel de control	Verificar y limpiar las conexiones y cables del panel de control	M3	45mins	Caja de herramientas, brocha, taípe, multímetro, teflón, cautín
Microprocesador	Ajuste y limpieza	M6	1h	Caja de herramientas, brocha, taípe, teflón,

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Enfriador
			CÓDIGO	BRP-AUX-007
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
				cautín, computador
Contactores	Inspección, limpieza o cambio de componente	A	20mins	Caja de herramientas, brocha, taípe, multímetro, teflón, cautín
Switch	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M6	15mins	Caja de herramientas, brocha, taípe, multímetro, teflón, cautín
Manómetros	Realizar una calibración regular de los manómetros	M3	1h	Destornilladores, alicates, llave inglesa
	Inspeccionar los tubos de conexión en busca de obstrucciones y fugas	M1	20mins	Caja de herramientas, guaípe
	Reparar o reemplazar manómetros	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe
Ventiladores	Limpieza y revisión del motor	M3	45mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Ajuste y alineación de aspas	M6	1h	Caja de herramientas, guaípe, calibrador de espesores

Tabla 52 Gama de mantenimiento- Compresor

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Compresor
			CÓDIGO	BRP-AUX-008
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Rotores	Revisión, limpieza y cambio de rotores de ser necesario	A	1h	Caja de herramientas, guaípe
Cilindro	Revisión, limpieza, lubricación y cambio de cilindro de ser necesario	A	2h30	Caja de herramientas, guaípe
Tanque	Inspección periódica del tanque	S	10mins	Caja de herramientas, guaípe
	Corrección de fugas	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe
Separador de aceite	Limpieza, comprobación de fugas	M6	18mins	Caja de herramientas, guaípe
	Cambio de filtros y juntas	M6	30mins	Caja de herramientas, guaípe
Enfriador de aceite	Revisión periódica del termostato, aletas del radiador	S	10mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Limpieza de conductos	M3	25mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Válvula de succión	Ajuste o cambio de la válvula de succión	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Válvula de descarga	Ajuste o cambio de la válvula de succión	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe
Mangueras	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras	M3	15mins	Caja de herramientas, guaípe
Motor eléctrico	Verificar la fuente de conexión	M3	20mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Verificar que el motor no se encuentre en corto	M3	30mins	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Lubricar los componentes	M3	45mins	Caja de herramientas, guaípe, recipiente, aceite, engrasadora, grasa
Sistema de control	Ajuste y limpieza	M6	20mins	Caja de herramientas, guaípe, brocha
Filtro de aire	Revisión y reemplazo del filtro de ser necesario	M1	10mins	Caja de herramientas, guaípe

	INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC		MÁQUINA	Compresor
			CÓDIGO	BRP-AUX-008
			INICIO JORNADA	7h30
	GAMA DE MANTENIMIENTO		FIN DE JORNADA	17h30
COMPONENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	MATERIALES O EQUIPOS
Filtro de aceite	Revisión y reemplazo del filtro de ser necesario	M1	10mins	Caja de herramientas, guaipe

Nota: Todas las actividades deberán realizarse con los respectivos equipos de protección personal (EPP), y se tendrá que registrar el tiempo que se tardó en realizar la actividad, que actividad se realizó y como se realizó.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Mediante el reconocimiento de los elementos críticos de la maquinaria se realizará el diseño del plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa INGB&R PLAST. Para ese propósito se diseñó una matriz de monitoreo y registro el cual permite detallar el mantenimiento que se necesite para un funcionamiento óptimo de la maquinaria, como se muestra en la tabla 53.

Tabla 53 Formato de registro de revisión y mantenimiento de máquinas


Registro de revisión y mantenimiento de máquinas				
Código de Máquina				
Responsable de mantenimiento				
N°	Fecha	Componente	Revisión	Observación
1		Rotores	Buen estado	
2		Cilindro	Buen estado	
3		Válvula de descarga	Presenta desgaste	
4		Mangueras	Presenta fugas	
5		PLC	Correcto funcionamiento	
6		Filtro de aire	Cambio	
7		Filtro de aceite	Cambio	

En la tabla 54 se muestran la codificación utilizada para las actividades de mantenimiento que se realizarán en el plan de mantenimiento anual de la empresa que se detalla en la tabla 55.

Tabla 54 Codificación frecuencias de mantenimiento

FRECUENCIA	COLOR	CÓDIGO
Diario	Amarelo	D
Semanal	Verde	S
Mensual	Naranja	M1
Trimestral	Grigio	M3
Semestral	Azul	M6
Anual	Rojo	A

Tabla 55 Plan anual de mantenimiento preventivo

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC																																																	
		PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL																																																	
M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
INYECTADORA 1	Bancada	Revisión y corrección de vibraciones.	A																																																
		Recubrimiento de la bancada	A																																																
	Husillo	Revisión, limpieza y rectificación del husillo	M 3																																																
	Tolva de alimentación	Revisión, limpieza y rectificación de la tolva	M 6																																																
	Transmisión	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M 1																																																
	Boquilla	Revisión del estado de empaques y abrazaderas	M 3																																																
	Estructura	Revisión, corrección de vibraciones y	A																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Recubrimient o de la estructura	A																																												
	Transmisión mesa	Lubricar, rectificar o cambiar los engranes	M 1																																																
	Disco dentado	Revisión, limpieza y lubricación del disco dentado	M 3																																																
	Mesa	Limpiar, rectificar y recubrir nuevamente la mesa	A																																																
	Motor	Verificación de la fuente de conexión	M 3																																																
		Verificar que el motor no se encuentre en corto	M 3																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Cambio de relé	M 6																																												
	PLC	Ajuste y limpieza	M 6																																																
	Pantalla de control	Inspeccionar, limpiar y calibrar la pantalla	M 3																																																
	Sensores	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M 6																																																
	Botones	Limpieza o cambio de botones	A																																																
	Swich	Revisión, limpieza y ajuste de terminales	M 6																																																
	Luces piloto	Cambio de bombillo	A																																																
		Revisión de las conexiones internas	A																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
						Rectificar y reemplazar los tubos dañados	A																																												
	Filtro	Limpeza y reemplazo del elemento filtrante	D																																																
	Motor	Verificación de la fuente de conexión	M 3																																																
		Verificar que el motor no se encuentre en corto	M 3																																																
		Lubricar los componentes del motor	M 3																																																
	Motor de la tolva	Verificación de la fuente de conexión	M 3																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Verificar que el motor no se encuentre en corto	M 3	█								█								█								█												█							
		Lubricar los componentes del motor	M 3					█								█								█								█												█							
	Termocuplas	Limpeza de terminales y revisión de anomalías	M 6		█																			█																█											
	Calentadores	Revisión, limpieza o cambio de calentadores	M 6									█																█																							
	Breakers	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento	M 6									█																█																							



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL


M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	Calentadores	Revisar el funcionamiento de la termocupla y reemplazarlo si es necesario.	M 6																																																
	Calentadores	Revisión, limpieza o cambio de calentadores	M 6																																																
	Motor eléctrico	Verificación de la fuente de conexión	M 3																																																
		Verificar que el motor no se encuentre en corto	M 3																																																
		Lubricar los componentes del motor	M 3																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Reajuste y verificación de las conexiones	M 3																																												
	Pistón 1	Lubricar adecuadamente del pistón y el cilindro.	M 1																																																
		Inspeccionar visualmente el pistón en busca de desgaste	M 6																																																
		Reemplazo de pistón	A																																																
		Inspecciones del pistón en busca de posibles grietas o fracturas.	M 6																																																
	Pistón 2	Reemplazo de pistón	A																																																

		INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC																																																	
		PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL																																																	
M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	Pistón tapa 1	Inspeccionar y limpiar regularmente el pistón de la tapa	M 6									█																																							
		Reemplazar los sellos o la tapa si es necesario.	M 3					█								█								█								█												█							
	Pistón tapa 2	Inspeccionar y limpiar regularmente el pistón de la tapa	M 6																																																
		Reemplazar los sellos o la tapa si es necesario.	M 3									█								█								█								█															
	Termocupla 1	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M 6									█																█																█							
	Termocupla material	Limpieza de terminales y revisión de anomalías	M 6	█																				█												█															



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Verificar que el motor no se encuentre en corto	M 3																																												
		Lubricar los componentes del motor	M 3																																																
	Driver	Reprogramación ajuste y limpieza	M 6																																																
	Breaker	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento	M 6																																																
	Contactores	Inspección, limpieza o cambio de componente	M 6																																																
	Relés térmicos	Limpieza y comprobación de voltaje.	M 6																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Cambio de relé	M 6																																												
	Mangueras	Revisión de fugas y flexibilidad de las mangueras	M 6																																																
	Serpentín	Realizar inspecciones regulares del serpentín para detectar posibles signos de corrosión, desgaste o daños	M 6																																																
MOLINO DE	Estructura	Revisión, corrección de vibraciones	A																																																
		Recubrimiento de la estructura	A																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	Martillos	Realizar una inspección periódica para identificar fracturas o desgaste	M 1																																																
		Reemplazo o afilado de los martillos	A																																																
		Lubricar y reemplazar los rodamientos	M 3																																																
		Ajuste y equilibrado de los martillos	M 6																																																
	Rotor	Verificar, calibrar y limpiar el rotor.	M 3																																																
		Lubricar las partes móviles del rotor	M 3																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO											
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4												
	Poleas	Verificar y corregir la alineación de las poleas	M 1																																																								
		Cambio de polea	M 6																																																								
	Bandas	Verificar la tensión de las bandas y ajustarlas.	M 1																																																								
			Inspeccionar y reemplazar las bandas desgastadas o dañadas	M 3																																																							
	Pantalla	Realizar una limpieza regular de la pantalla para evitar la acumulación de material.	S																																																								
			Ajuste y calibración de la pantalla	M 3																																																							

INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC
 PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL



M	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
				Motor eléctrico	Verificación de la fuente de conexión	M 3				█							█											█																							
Verificar que el motor no se encuentre en corto	M 3									█												█																													
Lubricar los componentes del motor	M 3								█													█																													
Botones	Inspeccionar y limpiar los botones	M 3				█																█																													
	Verificar el estado de los cables y asegurarse de que estén correctamente conectados	M 1		█																																															



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Inspeccionar periódicamente el condensador	S																																												
	Condensador de aleta y tubo	Detectar signos de fugas.	M 3																																																
		Limpiar, inspeccionar y sellar juntas y conexiones	M 3																																																
	Compresor	Monitorear las temperaturas de funcionamiento del compresor	D																																																
	Evaporador	Verificar y ajustar el flujo de agua al evaporador.	S																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
						Inspeccionar y limpiar regularmente el evaporador para evitar obstrucciones	M 1																																												
		Verificar las temperaturas del agua de entrada.	D																																																
		Revisar y ajustar el ciclo de descongelamiento	S																																																
	Separador de vapor líquido	Verificar y limpiar regularmente el separador de vapor líquido para evitar obstrucciones.	S																																																



INGB&R PLAST INYECCIÓN Y FABRICACIÓN DE PVC

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

M	COMPONE NTE	ACTIVIDAD	FR	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
					Filtro de aire	Revisión y reemplazo del filtro de ser necesario	M 1																																												
	Filtro de aceite	Revisión y reemplazo del filtro de ser necesario	M 1																																																

3.1. Instructivos de mantenimiento

El presente instructivo ha sido elaborado con el fin de mostrar cómo se debe poner en práctica las actividades de mantenimiento que se realizó en las máquinas de la empresa INGB&R PLAST, el mismo que debe ser llevado a cabo por el responsable designado y según las características referentes a la actividad a realizar. De esta manera queda representado en este documento el mantenimiento que debe recibir la maquinaria ante una solicitud de mantenimiento correctivo o preventivo que debe ser realizado por personal capacitado y siguiendo las normas de seguridad correspondientes.

Tabla 56 Plan de mantenimiento preventivo 01


	Plan de mantenimiento preventivo		Máquina:
			Código:
Instructivo N°			01
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad	D		
Operación	Limpieza y reemplazo del elemento filtrante		
Encargado			
Código del elemento	EXT-003-M11		
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la extrusora se encuentre apagada para la inspección • Desmontar los equipos conectados al cabezal como las cuchillas, el blower y los tubos de transporte • Desmontar el cabezal • Retirar el filtro de material de la extrusora • Limpiar el área donde se encontraba el filtro para eliminar cualquier suciedad • Colocar el nuevo filtro de material en su posición correcta • Montar de nuevo el cabezal • Montar de nuevo los equipos conectados al cabezal como las cuchillas, el blower y los tubos de transporte • Inspeccionar visualmente para confirmar que no haya fugas u otros problemas • Realizar una prueba de funcionamiento 			
Tiempo estimado de ejecución: 30 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones			

Tabla 57 plan de mantenimiento preventivo 02


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°	02		
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:	F:	
Código de la actividad	S		
Operación	Limpiar cualquier suciedad o contaminación presente en ellos		
Encargado			
Código del elemento	MTZ-004-M03		
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la máquina estampadora se encuentre apagada para la realización de la inspección • Desmontar el componente MTZ-004-M03 • Utilizar el guaípe para eliminar la suciedad suelta, el polvo o los residuos presentes en el piñón • Humedecer el guaípe con detergente diluido y limpiar los dientes y las superficies del piñón • Enjuagar el piñón con agua limpia para eliminar cualquier residuo del detergente • Realizar una inspección visual para confirmar que esté completamente limpio y libre de contaminantes • Volver a montar el piñón en el sistema 			
Tiempo estimado de ejecución: 25 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 58 Plan de mantenimiento preventivo 03

	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		03	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		S	
Operación		Realizar inspecciones para detectar signos de deformación o desgaste	
Encargado			
Código del elemento		MTZ-004-M02	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la máquina estampadora se encuentre apagada para la realización de la inspección • Utilizar un paño limpio para eliminar cualquier acumulación antes de comenzar la inspección • Examinar cuidadosamente la placa de sujeción en busca de signos de deformación o desgaste, prestar atención a las áreas donde se ejerce una mayor tensión o donde la placa está sujeta a cargas significativas, buscar indicios de abolladuras, grietas, fracturas, deformaciones o desgaste excesivo • Medir la planitud y las dimensiones críticas de la placa de sujeción • Comparar las medidas obtenidas con las especificaciones del fabricante para identificar cualquier desviación o discrepancia • Comprobar que la placa de sujeción esté correctamente alineada en relación con otros componentes • Verificar si hay inclinaciones, desalineaciones o cambios en la geometría que puedan afectar su funcionalidad • Examinar los puntos de sujeción, como orificios roscados o ranuras, donde se fijan los elementos de sujeción • Verificar si hay signos de desgaste excesivo, erosión o daño en estos puntos críticos • Inspeccionar visualmente estas áreas para detectar signos de fallas, fisuras o falta de integridad estructural • Documentar cualquier deformación, desgaste o anomalía detectada durante la inspección 			
Tiempo estimado de ejecución: 10 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 59 Plan de mantenimiento preventivo 04


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°	04		
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:	F:	
Código de la actividad	M1		
Operación	Lubricar, rectificar, o cambiar los engranes		
Encargado			
Código del elemento	INY-002-M04		
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe • Recipiente • Aceite • Engrasadora • Grasa 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la máquina inyectora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Identificar los puntos de lubricación como orificios de engrase o tapas de lubricación en la carcasa de la transmisión • Seleccionar un lubricante que cumpla con las especificaciones de viscosidad y propiedades de extrema presión (EP) para engranajes. • Verificar la cantidad de lubricante requerida y asegurarse de tener suficiente para la tarea. • Aplicar el lubricante en los puntos de lubricación según las recomendaciones del fabricante. Puede ser necesario utilizar una engrasadora o una herramienta similar para inyectar el lubricante en los orificios adecuados. • Remover tapas, ejes u otros componentes para acceder a los engranajes y desmontar la transmisión • Realizar una inspección visual de los engranajes para identificar cualquier desgaste, astillado o daño. • Si los engranajes presentan desgaste o daño, se puede llevar a cabo una rectificación caso contrario se tendrá que cambiar los engranes • Retirar los engranajes desgastados o dañados de la transmisión • Colocar los engranajes nuevos en su lugar, verificando de que estén alineados correctamente y que los dientes estén bien engranados con otros engranajes en la transmisión. • Ajustar y volver a montar los componentes desmontados. 			
Tiempo estimado de ejecución: 4 horas			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 60 Plan de mantenimiento preventivo 05


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		05	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización		I:	F:
Código de la actividad		M1	
Operación		Revisión, limpieza y lubricación del disco dentado	
Encargado			
Código del elemento		INY-001-M08	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe • Recipiente • Aceite • Engrasadora • Grasa 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la máquina inyectora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Realizar una inspección visual del disco dentado para detectar signos de desgaste, daños o acumulación excesiva de material. Observar si hay grietas, corrosión, desgaste de recubrimientos u otros problemas visibles. • Limpiar el disco con la ayuda de cepillos, escobas, aspiradoras industriales o aire comprimido, de ser necesario, utilizar solventes adecuados para eliminar residuos pegajosos o contaminantes difíciles de quitar. • Identificar los puntos de lubricación como orificios de engrase o tapas de lubricación en el disco • Seleccionar un lubricante que cumpla con las especificaciones de viscosidad y propiedades de extrema presión (EP) para engranajes. • Verificar la cantidad de lubricante requerida y asegurarse de tener suficiente para la tarea. • Aplicar el lubricante en los dientes del disco y en cualquier otro punto donde haya fricción o movimiento según las recomendaciones del fabricante. Puede ser necesario utilizar una engrasadora o una herramienta similar para inyectar el lubricante en los orificios adecuados. 			
Tiempo estimado de ejecución: 30 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 61 Plan de mantenimiento preventivo 06


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		06	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		M1	
Operación		Cargar refrigerante	
Encargado			
Código del elemento		INY-002-EF02	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe • Refrigerante 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la máquina inyectora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Conectar el equipo de carga de refrigerante al sistema de refrigeración • Conectar las mangueras de carga y las válvulas correspondientes a los puertos de servicio del sistema • Evacuar el aire y la humedad del sistema utilizando una bomba de vacío • Cargar el refrigerante • Monitorear la presión y el flujo de refrigerante en el sistema • Verificar el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración • Verificar que el evaporador esté enfriando adecuadamente y que no haya fugas de refrigerante 			
Tiempo estimado de ejecución: 15 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 62 Plan de mantenimiento preventivo 07


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°	07		
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:	F:	
Código de la actividad	M3		
Operación	Revisión, limpieza y rectificación del husillo		
Encargado			
Código del elemento	EXT-003-M02		
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaipe • Empresa externa 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la máquina extrusora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Desmontar el husillo retirando cualquier componente asociado, tener cuidado de dañar las roscas del husillo durante el desmontaje. • Limpiar el husillo eliminando cualquier suciedad, grasa u otros contaminantes, utilizar un cepillo suave o un paño para frotar suavemente la superficie del husillo. Asegurarse de limpiar tanto la parte externa como las roscas internas o externas del husillo. • Realizar una inspección visual para detectar cualquier desgaste daño o deformación Prestar especial atención a las roscas, ya que son componentes críticos. • Mandar a rectificar el husillo en el caso de encontrarse con irregularidades o desgaste significativo de las roscas • Lubricar las superficies del husillo según las especificaciones del fabricante y volver a ensamblar el husillo apretando adecuadamente las tuercas de fijación y los componentes asociados • Realizar una prueba de funcionamiento para asegurar que todo esté en orden • Verificar que el movimiento del husillo sea suave y la alineación adecuada con los componentes asociados 			
Tiempo estimado de ejecución: 4 horas			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 63 Plan de mantenimiento preventivo 08


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		08	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		M3	
Operación		Verificación de la fuente de conexión	
Encargado			
Código del elemento		MZT-004-EL07	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la máquina estampadora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Apagar la energía en el panel eléctrico o desconectar el interruptor correspondiente • Ubicar y acceder a la caja de conexiones del motor eléctrico • Retirar la cubeta protectora para acceder a las terminales del motor • Buscar las etiquetas o marcas que indiquen la configuración de conexión del motor. Estas etiquetas suelen mostrar los terminales específicos y su función, como "L1", "L2", "L3" para las fases de alimentación, y "T1", "T2", "T3" para las bobinas del motor. También pueden indicar el voltaje y la corriente nominal del motor. • Comprobar que los cables estén correctamente conectados a los terminales correspondientes según la configuración etiquetada • Verificar que no haya cables sueltos o dañados. • Utilizar el multímetro configurado para medir la tensión de la fuente de alimentación • Conectar las puntas de prueba del multímetro a los terminales de alimentación del motor (L1, L2, L3) y medir la tensión. Asegúrate de que la tensión medida coincida con la clasificación de voltaje del motor 			
Tiempo estimado de ejecución: 20 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 64 Plan de mantenimiento preventivo 09


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°	09		
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:	F:	
Código de la actividad	M3		
Operación	Verificar que el motor no se encuentre en corto		
Encargado			
Código del elemento	MZT-005-EL08		
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que el mixer se encuentre apagado para la realización de la actividad • Apagar la energía en el panel eléctrico o desconectar el interruptor correspondiente • Desconectar el motor de cualquier fuente de alimentación para evitar interferencias en la prueba de continuidad • Configurar el multímetro en la escala de resistencia o continuidad (ohmios) • Identificar los terminales del devanado del motor. (Por lo general, habrá tres terminales principales etiquetados como T1, T2 y T3) • Colocar las puntas de prueba del multímetro en dos de los terminales del devanado. No importa cuál punta de prueba se coloque en cada terminal, ya que la resistencia debe ser la misma. • Observar la lectura del multímetro. Si la resistencia es muy baja (cercana a cero), indica un cortocircuito entre las bobinas del motor. • Repetir este procedimiento para probar las combinaciones restantes de terminales del devanado • Para revisar la continuidad a tierra colocar una de las puntas de prueba del multímetro en un terminal del devanado • Colocar la otra punta de prueba del multímetro a la carcasa metálica del motor • Observa la lectura del multímetro. Si muestra una resistencia baja o cercana a cero, puede indicar un cortocircuito entre el devanado y la carcasa del motor. 			
Tiempo estimado de ejecución: 30 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 65 Plan de mantenimiento preventivo 10


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		10	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		M3	
Operación		Lubricar los componentes del motor	
Encargado			
Código del elemento		MZT-006-EL01	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe • Recipiente • Grasa • Engrasadora 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que el molino se encuentre apagado para la realización de la actividad • Apagar la energía en el panel eléctrico o desconectar el interruptor correspondiente • Desmontar los componentes del motor necesarios para acceder a los rodamientos para lubricarlos • Limpiar los rodamientos antes de aplicar el lubricante para eliminar cualquier residuo de suciedad • Seleccionar un lubricante que cumpla con las especificaciones de viscosidad y propiedades para rodamientos • Aplicar una cantidad suficiente de grasa en cada rodamiento, Utilizar una herramienta, como una engrasadora, para facilitar la aplicación uniforme de la grasa en el rodamiento. • Girar el eje del motor manualmente varias veces para distribuir el lubricante de manera uniforme en los rodamientos. • Observa la lectura del multímetro. Si muestra una resistencia baja o cercana a cero, puede indicar un cortocircuito entre el devanado y la carcasa del motor. 			
Tiempo estimado de ejecución: 45 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 66 Plan de mantenimiento preventivo 11


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		11	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		M6	
Operación		Limpieza de terminales y revisión de anomalías	
Encargado			
Código del elemento		MZT-005-EL01	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que el mixer se encuentre apagado para la realización de la actividad • Localizar los terminales de la termocupla, estos terminales suelen estar ubicados en el punto de medición de temperatura o en un conector en el extremo opuesto de la termocupla, verificar que estén limpios y libres de obstrucciones. • Realiza una inspección visual de los terminales de la termocupla, buscar signos de corrosión, acumulación de suciedad o daños físicos, como cables pelados o conexiones sueltas • Limpiar los terminales sucios o corroídos, utilizar un cepillo de cerdas suaves, un paño limpio y limpia contactos para limpiarlos, verificar que cualquier suciedad, corrosión o residuos que puedan interferir con la conexión eléctrica sean eliminados • Utilizar un multímetro configurado en la escala de continuidad para verificar la continuidad eléctrica en los terminales de la termocupla • Conectar las puntas de prueba del multímetro a los terminales de la termocupla y verificar que haya una conexión eléctrica sólida. Si no hay continuidad, revisar las conexiones y asegurar de que estén firmes y bien sujetas. • Realizar una prueba de temperatura para asegurar que la termocupla funcione correctamente, se debe someter a la termocupla a una fuente de temperatura conocida y comparar la lectura con el valor esperado 			
Tiempo estimado de ejecución: 30 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 67 Plan de mantenimiento preventivo 12


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		12	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		M6	
Operación		Revisión, limpieza o cambio de calentadores	
Encargado			
Código del elemento		EXT-003-EL06	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la extrusora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Retirar la carcasa de protección para poder acceder a los calentadores • Realizar una inspección visual de los calentadores, buscar signos de daños físicos, como roturas, grietas o deformaciones. Verificar si también hay acumulación de suciedad o residuos en los calentadores. • Desconectar los cables de alimentación que los conectan a la fuente eléctrica, identificar y anotar la ubicación y conexión de cada cable para poder reconectarlos correctamente • Limpiar los calentadores con un cepillo de cerdas suaves, un paño limpio y limpia contactos • Utilizar un multímetro configurado en la escala de continuidad para verificar la continuidad eléctrica en los terminales de los calentadores • Conectar las puntas de prueba del multímetro a los terminales de los calentadores y verificar que haya una conexión eléctrica sólida. Si no hay continuidad, es necesario cambiar de calentadores • Desconectar los cables de alimentación de los calentadores defectuosos y retíralos de la inyectora • Instalar los nuevos calentadores conectando los cables de alimentación correctamente. • Reconectar los cables de alimentación en sus ubicaciones originales. • Encender la inyectora y verificar si los calentadores se calientan adecuadamente 			
Tiempo estimado de ejecución: 20 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 68 Plan de mantenimiento preventivo 13


	Plan de mantenimiento preventivo		Máquina:	
			Código:	
Instructivo N°	13			
Fecha de ejecución				
Hora de inicio/ finalización	I:		F:	
Código de la actividad	M6			
Operación	Revisión e inspección de las condiciones de funcionamiento			
Encargado				
Código del elemento	INY-001-EL04			
Equipo y material necesario				
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro 				
Procedimiento				
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la inyectora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Realiza una inspección visual del breaker, buscar signos de daños físicos, como grietas, abolladuras o desgaste en la carcasa, verificar también si hay acumulación de suciedad o residuos en el breaker. • Observar etiquetas o marcas en el breaker como su capacidad de corriente nominal y las especificaciones de funcionamiento. • Revisar visualmente las conexiones eléctricas del breaker. • Verificar que los cables estén firmemente conectados a los terminales correspondientes y no haya cables sueltos o dañados • Realizar pruebas de funcionamiento del breaker con un multímetro configurado en la escala de voltaje o amperaje • Medir la tensión de alimentación en los terminales del breaker para comprobar que esté recibiendo la tensión adecuada • Activar el mecanismo de disparo del breaker, ya sea mediante un botón o una palanca, para verificar si el breaker corta correctamente el flujo de corriente cuando se activa • Registrar los resultados e informar de cualquier problema o anomalía detectada durante la inspección 				
Tiempo estimado de ejecución: 30 minutos				
Firma del encargado:				
Observaciones:				

Tabla 69 Plan de mantenimiento preventivo 14


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		14	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		M6	
Operación		Inspección limpieza o cambio de componente	
Encargado			
Código del elemento		EXT-003-EL08	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la extrusora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Retirar la cubierta protectora para acceder a los contactores • Realiza una inspección visual del contactor, buscar signos de desgaste, corrosión, quemaduras o daños físicos en los componentes, como los contactos o las bobinas • Verifica si hay cables sueltos o conexiones dañadas • Limpiar los contactores con un cepillo de cerdas suaves, un paño limpio y limpia contactos • Realizar pruebas de funcionamiento en el contactor, energizar el sistema y verificar si el contactor se activa y desactiva correctamente cuando se le aplica la tensión adecuada • Observar si hay ruidos anormales, vibraciones o cualquier otra anomalía durante las pruebas • Si el contactor no funciona se debe realizar el respectivo cambio • Apagar la energía y desconectar los cables de alimentación del contactor defectuoso • Retirar el contactor antiguo y reemplazarlo con uno nuevo del mismo tipo y especificaciones • Verificar nuevamente las conexiones eléctricas para comprobar que estén firmes y bien sujetas 			
Tiempo estimado de ejecución: 20 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 70 Plan de mantenimiento preventivo 15


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		15	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		A	
Operación		Limpieza o cambio de botones	
Encargado			
Código del elemento		MZT-006-EL02	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro • Paño microfibra 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que el molino se encuentre apagado para la realización de la actividad • Utilizar la herramienta adecuada para retirar los botones cuidadosamente • Utiliza un paño suave y ligeramente humedecido con un limpia contactos para limpiar los botones • Utilizar un paño de microfibra seco para secar los botones después de limpiarlos • Utilizar las herramientas adecuadas para retirar los botones antiguos de la inyectora. • Colocar los botones nuevos en la posición correcta y ajústalos según el método de sujeción correspondiente • Verifica que los botones nuevos estén correctamente instalados y asegurados • Restablecer la alimentación • Realizar pruebas para asegurarte de que los botones funcionen correctamente 			
Tiempo estimado de ejecución: 20 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 71 Plan de mantenimiento preventivo 16


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		16	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		A	
Operación		Cambio de bombillo	
Encargado			
Código del elemento		INY-001-C06	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro • Paño microfibra 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la inyectora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Localiza la luz piloto en la inyectora • Retirar la cubierta o protector de la luz piloto • Desconectar el bombillo antiguo desenroscándolo de manera cuidadosa • Volver a colocar la cubierta o protector y asegurarlo • Verificar que el bombillo esté correctamente instalado y asegurado • Verificar que no haya cables sueltos o expuestos que puedan causar problemas eléctricos • Restablecer la alimentación y encender la inyectora • Verifica que la luz piloto se encienda correctamente y funcione según lo esperado 			
Tiempo estimado de ejecución: 10 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 72 Plan de mantenimiento preventivo 17


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		17	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		A	
Operación		Revisión de las conexiones internas	
Encargado			
Código del elemento		MZT-005-EL04	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Limpia contactos • Multímetro • Paño microfibra 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que el mixer se encuentre apagada para la realización de la actividad • Localiza la luz piloto en el mixer • Retirar la cubierta o protector de la luz piloto • Realiza una inspección visual del interior de la luz piloto • Comprobar que todas las conexiones estén firmemente ajustadas y aseguradas, asegurar que los cables estén correctamente insertados en sus terminales o conectores correspondientes • Verificar si hay algún cable suelto o desgastado que pueda afectar el funcionamiento de la luz piloto • Utilizar un multímetro en la configuración de continuidad (ohmios) para verificar la continuidad eléctrica en las conexiones internas • Toca las puntas de prueba en ambos extremos de una conexión y verificar si hay una lectura de continuidad • Apretar los terminales, limpiar las conexiones corroídas o rehacer las soldaduras • Verificar nuevamente que todas las conexiones estén firmemente aseguradas y que no haya cables sueltos o dañados 			
Tiempo estimado de ejecución: 20 minutos			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 73 Plan de mantenimiento preventivo 18


	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°	18		
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:	F:	
Código de la actividad	A		
Operación	Revisión y corrección de vibraciones.		
Encargado			
Código del elemento	INY-002-M01		
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe • Vibrometro 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la inyectora se encuentre apagada para la realización de la inspección • Realiza una inspección visual de la bancada para identificar posibles fuentes de vibración. • Buscar componentes sueltos, desalineaciones, desgaste excesivo o cualquier otra anomalía que pueda contribuir a las vibraciones. • Verificar que la bancada esté correctamente nivelada • Alinear y balancear los componentes que provoquen vibraciones • Monitorear la bancada con el vibrometro después de realizar las correcciones para asegurarte de que las vibraciones hayan disminuido o desaparecido. 			
Tiempo estimado de ejecución: 1 horas			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 74 Plan de mantenimiento preventivo 19



	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		19	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		A	
Operación		Recubrimiento de la estructura	
Encargado			
Código del elemento		MTZ-004-M01	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Pintura • Compresor • Pistola para pintar 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la estampadora se encuentre apagada para la realización del recubrimiento • Preparar la superficie de la bancada tratando que la superficie esté limpia, libre de polvo, grasa u otros contaminantes. • Inspeccionar y reparar cualquier daño que se encuentre en la bancada, lijando y reparando grietas o abolladuras con masilla lijando para obtener una superficie uniforme • Seleccionar el tipo de recubrimiento que mejor se adapte a las exigencias de la maquinaria • Preparar el recubrimiento siguiendo las instrucciones de fabricante • Aplicar el recubrimiento en la pistola de pulverización y aplicar de manera uniforme evitando acumulaciones y goteos • Dejar que el recubrimiento se cure y seque según las especificaciones del fabricante • Verificar que la superficie este uniforme y sin defectos, si se encuentran imperfecciones realizar un retoque 			
Tiempo estimado de ejecución: 3 horas			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

Tabla 75 Plan de mantenimiento preventivo 20

	Plan de mantenimiento preventivo	Máquina:	
		Código:	
Instructivo N°		20	
Fecha de ejecución			
Hora de inicio/ finalización	I:		F:
Código de la actividad		A	
Operación		Limpiar, rectificar y recubrir nuevamente la mesa	
Encargado			
Código del elemento		INY-001-M08	
Equipo y material necesario			
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección personal (casco, mascarilla, guantes, gafas) • Caja de herramientas • Guaípe • Sueda • Compresor • Pistola para pintar • Pintura • Empresa externa 			
Procedimiento			
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse los equipos de protección personal antes de iniciar la inspección • Verificar que la inyectora se encuentre apagada para la realización de la actividad • Retirar cualquier objeto o residuo de la mesa • Usar un cepillo o aspiradora para eliminar el polvo y la suciedad acumulada • Revisar si la mesa presenta irregularidades o desgaste • Lijar la superficie hasta tener una textura uniforme y suave • Limpiar los residuos de polvo resultante del lijado • Seleccionar el tipo de recubrimiento que mejor se adapte a las exigencias de la maquinaria • Preparar el recubrimiento siguiendo las instrucciones de fabricante • Aplicar el recubrimiento en la pistola de pulverización y aplicar de manera uniforme evitando acumulaciones y goteos • Dejar que el recubrimiento se cure y seque según las especificaciones del fabricante • Verificar que la superficie este uniforme y sin defectos, si se encuentran imperfecciones realizar un retoque 			
Tiempo estimado de ejecución: 2 horas			
Firma del encargado:			
Observaciones:			

El resto del plan se seguirá acorde a lo antes señalado en las gamas de mantenimiento expresado en las tablas 45- 52.

Se diseñó una ficha para el control de los equipos que se va a usar para el mantenimiento de las máquinas con el fin de controlar el proceso como se muestra en la tabla 76.

Tabla 76 Ficha de control de equipos

FICHA DE CONTROL DE EQUIPOS	Máquina:	
	Código:	
Instructivo N°	01	
Fecha de ejecución		
hora de inicio/finalización	I:	F:
Código de actividad		
operación		
Encargado		
Equipo de protección personal		
Casco		<input type="checkbox"/>
Guantes		<input type="checkbox"/>
Mascarilla		<input type="checkbox"/>
Gafas		<input type="checkbox"/>
Tapones de oído		<input type="checkbox"/>
Herramientas		
Caja de herramientas		<input type="checkbox"/>
Multímetro		<input type="checkbox"/>
Computador		<input type="checkbox"/>
Engrasadora		<input type="checkbox"/>
Vibrometro		<input type="checkbox"/>
Suelda		<input type="checkbox"/>
Pistola para pintar		<input type="checkbox"/>
Equipos de limpieza		
Guaípe		<input type="checkbox"/>
Paño de microfibra		<input type="checkbox"/>
Limpia contactos		<input type="checkbox"/>
Observaciones:		
Firma del encargado:		

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

A través de la identificación de la maquinaria, equipos y procesos de la empresa; y en base de las fichas técnicas de cada máquina en particular, se realizó la codificación de la planta en sus respectivas áreas, equipos, sistemas, elementos y componentes; enfocándose principalmente en las ocho máquinas que forman parte de la investigación. La codificación sirvió para jerarquizar el orden de prioridad en el mantenimiento; lo cual se llevó a cabo con la utilización de la herramienta AMFE (Análisis de modos y efectos de fallas) de acuerdo con la Nota Técnica de Prevención 679. En el capítulo 3 se ordena y jerarquiza las actividades y tareas que se proponen a ser desarrolladas en el plan de mantenimiento teniendo en cuenta dos factores: el nivel de criticidad que tienen los fallos en los equipos y, teniendo presente la probabilidad estadística de ocurrencia de los posibles fallos determinados con AMFE. Al tener en consideración técnicamente estos factores, los recursos materiales y humanos que se invertirán en el mantenimiento serán administrados con más eficiencia, asegurando se cumplan con los objetivos del mantenimiento de reducir costos, prevenir fallos y mantener las máquinas y equipos disponibles y fiables. Se determinó que los componentes que tiene los valores más altos de criticidad y que deben ser considerados de interés prioritario son: en el molino los martillos y en el enfriador el ventilador.

Se realizó un diagnóstico completo del estado actual de la maquinaria para identificar las condiciones de trabajo. A través del análisis de la matriz de criticidad, se pudo evidenciar que el mixer y el enfriador, contienen un mayor número de componentes que se encuentran en la zona crítica, donde se detectaron posibles problemas, fugas, desgastes y deficiencias, por lo que se tomaron como prioridad en la ejecución de las tareas de mantenimiento para prevenir fallos y averías.

Finalmente, se realizó un plan de mantenimiento preventivo anual para cada máquina y componente, donde se puede observar los procedimientos que se deben seguir de manera diaria, semanal, trimestral, semestral y anual, enfocado en evitar fallas y

averías, asegurando un mantenimiento preventivo adecuado. Además, se propuso recomendaciones para optimizar el rendimiento de los equipos y prolongar la vida útil de la maquinaria de la empresa de inyección y fabricación de PVC INGB&R PLAST.

4.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere un MRP1 para garantizar que los materiales y repuestos se encuentren disponibles con el fin de no retrasar la producción y disminuir el tiempo de inactividad de la maquinaria.

Se tiene que proporcionar a los operarios y al equipo técnico una formación adecuada en el mantenimiento de los equipos. Esto ayudará a prevenir daños innecesarios y a realizar intervenciones correctivas de manera oportuna.

Se debe considerar realizar revisiones regulares del plan de mantenimiento para evaluar su eficacia y realizar ajustes si es necesario. La retroalimentación constante asegurará que el plan se adapte a las necesidades cambiantes de los equipos y de la empresa en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] W. Olarte, M. botero y B. Cañon, "*Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*", Scientia Et Technica, vol. XVI, n.º 44, p. 2, 2010. Accedido el 7 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>
- [2] R. Prando, Manual gestión de mantenimiento a la medida. El Salvador: Piedra Santa, 1996. Accedido el 7 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible: https://mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gestión%20mantenimiento_archivos/libros%20scienc.oas.org/all_manten.pdf
- [3] MANTENIMIENTO PLANIFICADO. "Mantenimiento Preventivo". Infolibros.<https://infolibros.org/pdfview/4992-mantenimiento-preventivo-mantenimiento-planificado/> (accedido el 7 de diciembre de 2022).
- [4] E. A. Cansino Flores y D. W. Lucero Díaz. "Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa (caso real)". Infolibros.<https://infolibros.org/pdfview/4994-elaboracion-de-un-plan-de-mantenimiento-preventivo-y-seguridad-industrial-para-la-fabrica-minerosa-caso-real-elvis-alberto-cansino-flores-y-danny-wilmar-lucero-diaz/> (accedido el 7 de diciembre de 2022).
- [5] J. M. Quezada Pedrera, "DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA PLANHOFA C.A. MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)", Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [6] C. L. Morales criollo, "DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA "MORALES" DE LA CIUDAD DE AMBATO", Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019
- [7] C. A. Montilla montaña, Fundamentos de mantenimiento industrial. Pereira, Colombia: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
- [8] C. Parra, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en gestión de activos, Sevilla, 2015.
- [9] A. Crespo, "Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Equipos", Introducción al Modelo Integral de Gestión del Mantenimiento, vol 1., pp. 5-

17, 2019.

- [10] M. B. Belloví and R. O. Ramos, “Análisis modal de fallos y efectos. AMFE Introducción,” NTP 679: España, 2004.
- [11] Terminología para mantenimiento, UNE-EN 13306, 2011.
- [12] C. V. Punguil Hidalgo, "DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN FIABILIDAD) PARA LAS MÁQUINAS DE LA SECCIÓN DE TROQUELADO DE LA EMPRESA “HALLEY CORPORACIÓN C.L.”", Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [13] J. Á. Medrano Márquez, V. L. González Ajuech y V. M. Díaz de León Santiago, Mantenimiento. Técnicas y aplicaciones industriales, México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V., 2017.
- [14] S. García Garrido, Organización y gestión integral de mantenimiento, Madrid: Díaz de Santos, S. A., 2003. (cita 6 en la tesis)
- [15] E. Nieto Vilardell, Mantenimiento industrial práctico, Fidestec Ediciones, 2013.

ANEXOS



NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE
Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Orriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

La presente NTP tiene por objeto exponer el método de análisis modal de fallos y efectos de elementos clave de procesos o productos. Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

1. INTRODUCCIÓN

El AMFE fue aplicado por vez primera por la industria aeronáutica en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD-16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Este método también puede recogerse con la denominación de AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), al introducir de manera remarcable y más precisa la especial gravedad de las consecuencias de los fallos.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método a pesar de su enorme sencillez es usualmente aplicado a elementos o procesos clave en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede contar con un riguroso procedimiento de detección de defectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

La aplicación del AMFE por los grupos de trabajo implicados en las instalaciones o procesos productivos de los que son en parte conductores o en parte usuarios en sus diferentes aspectos, aporta un mayor conocimiento de los mismos y sobre todo de sus aspectos más débiles, con las consiguientes medidas preventivas a aplicar para su necesario control. Con ello se está facilitando la integración de la cultura preventiva en la empresa, descubriéndose que mediante el trabajo en equipo es posible profundizar de manera ágil en el conocimiento y mejorar a la calidad de productos y procesos reduciendo costes.

En la medida que el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos, el procedimiento, como se verá, es asimilable a otros métodos simplificados empleados en prevención de riesgos laborales. Este método emplea criterios de clasificación que también son propios de la Seguridad en el Trabajo, como la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias. Ahora bien, el AMFE introduce un factor de especial interés no utilizado normalmente en las evaluaciones simplificadas de riesgos de accidente, que es la capacidad de detección del fallo producido por el destinatario o usuario del equipo o proceso analizado, al que el método original denomina cliente. Evidentemente tal cliente o usuario podrá ser un trabajador o equipo de personas que receptionan en un momento determinado un producto o parte del mismo en un proceso productivo, para intervenir en él, o bien en último término, el usuario final de tal producto cuando haya de utilizarlo en su lugar de aplicación. Es sabido que los fallos materiales suelen estar mayoritariamente asociados en su origen a la fase de diseño y cuanto más se tarde en detectarlos más costosa será su solución. De ahí la importancia de realizar el análisis de potenciales problemas en instalaciones, equipos y procesos desde el inicio de su concepción y pensando siempre en las diferentes fases de su funcionamiento previsto. A continuación se aportan una serie de definiciones sobre los conceptos asumidos por este método.

Este método no considera los errores humanos directamente, sino su correspondencia inmediata de mala operación en la situación de un componente o sistema. En definitiva, el AMFE es un método cualitativo que permite relacionar de manera sistemática una relación de fallos posibles, con sus consiguientes efectos, resultando de fácil aplicación para analizar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso.

2. DEFINICIONES DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES DEL AMFE

Como paso previo a la descripción del método y su aplicación es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen.

Cliente o usuario

Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

Si uno de los aspectos determinantes del método es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, evitando los fallos que generan problemas e insatisfacciones, para conocerlas es necesario tener herramientas que nos permitan registrarlas. Para ello disponemos, entre otras, de dos herramientas: los cuestionarios de satisfacción de necesidades de clientes o usuarios y la doble matriz de información para comprobar como los resultados esperados de productos/procesos responden a las expectativas de sus usuarios.

El propósito del diseño, o sea lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ese "quien", es el que nos marca el objetivo final.

Es por eso que las funciones prioritarias al realizar el AMFE son las denominadas "funciones de servicio", este tipo de funciones nos permitirán conocer el susodicho grado de satisfacción del cliente tanto de uso del producto como de estimación (complacencia). Las "funciones de servicio" son necesidades directas de los sistemas analizados y no dependen solo de la tecnología, es por eso que para determinarlas hay que analizar, como se ha dicho, dos aspectos: las necesidades que se tienen que satisfacer y el impacto que tienen sobre el cliente dichas necesidades. Esto nos permitirá determinar y priorizar las funciones de servicio y a partir de ahí realizar el AMFE.

Producto

El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de que subconjuntos / subproductos está compuesto el producto

Por ejemplo: podemos analizar un vehículo motorizado en su conjunto o el sistema de carburación del mismo. Evidentemente, según el objetivo del AMFE, podrá ser suficiente revisar las funciones esenciales de un producto o profundizar en alguna de sus partes críticas para analizar en detalle sus modos de fallo.

Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, a parte de los mismos, se habrán de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsible con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMFE, aunque como se ha dicho es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente.

Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier "output" defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo "detectemos", pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente - usuario final.

Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más tarde en detectarlo más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Frecuencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D.G.F$$

Es de suma importancia determinar de buen inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza por el propio grupo de trabajo, y a la aplicación de técnicas generales de análisis desde el "brainstorming" a los diagramas causa-efecto de Isikawa, entre otros, que por su sencillez son de conveniente utilización. La aplicación de dichas técnicas y el grado de profundización en el análisis depende de la composición del propio grupo de trabajo y de su cualificación, del tipo de producto a analizar y como no, del tiempo hábil disponible.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indican de manera ordenada y esquemática los pasos necesarios con los correspondientes informaciones a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación del método AMFE de forma genérica. El esquema de presentación de la información que se muestra en esta NTP tiene un valor meramente orientativo, pudiendo adaptarse a las características e intereses de cada organización. No obstante, el orden de cumplimentación sigue el mismo en el que los datos deberían ser recabados. Al final se adjunta una sencilla aplicación práctica, a modo de ejemplo. En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso de-

terminado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo, supongamos que se trata de un proceso de intercambio térmico para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMFE podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministro de fluido refrigerante. En todo caso, hablemos de producto o proceso, en el AMFE nos centraremos en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar.

Denominación del componente e identificación

Debe identificarse el PRODUCTO o parte del PROCESO incluyendo todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto/proceso que se vaya a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto/proyecto o del proceso propiamente dicho. Es útil complementar tal identificación con códigos numéricos que eviten posibles confusiones al definir los componentes.

Parte del componente. Operación o función

Se completa con distinta información dependiendo de si se está realizando un AMFE de diseño o de proceso.

Para el AMFE de diseño se incluyen las partes del componente en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para el AMFE de proceso se describirán todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso o parte del proceso productivo considerado, incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Fallo o Modo de fallo

El "Modo de Fallo Potencial" se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Los modos de fallo potencial se deben describir en términos "físicos" o técnicos, no como síntoma detectable por el cliente. El error humano de acción u omisión en principio no es un modo de fallo del componente analizado. Es recomendable numerarlos correlativamente.

Un fallo puede no ser detectable inmediatamente, ello como se ha dicho es un aspecto importante a considerar y por tanto no debería nunca pasarse por alto.

Efecto/s del fallo

Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. Se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberán indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario.

Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto.

Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

Ejemplo de AMFE de diseño:

Supongamos que estamos analizando el tubo de escape de gases de un automóvil en su proceso de fabricación.

- Modo de fallo: Agrietado del tubo de escape

Efecto: Ruido no habitual

Causa: Vibración – Fatiga

Ejemplo AMFE de proceso:

Supongamos que estamos analizando la función de refrigeración de un reactor químico a través de un serpentín con aporte continuo de agua.

- Modo de fallo 1: Ausencia de agua.

Causas: fallo del suministro, fuga en conducción de suministro, fallo de la bomba de alimentación.

- Modo de fallo 2: Pérdida de capacidad refrigerante.

Causas: Obstrucciones calcáreas en el serpentín, perforación en el circuito de refrigeración.

Efecto en ambos modos de fallo: Incremento sustancial de temperatura. Descontrol de la reacción

Medidas de ensayo y control previstas

En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

Gravedad

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño, y no deberían afectarlo los controles derivados de la propia aplicación del AMFE o de revisiones periódicas de calidad.

El cuadro de clasificación de tal índice debería diseñarlo cada empresa en función del producto/servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, aunque a veces se usan rangos menores (de 1 a 5), desde una pequeña insatisfacción, pasando por una degradación funcional en el uso, hasta el caso más grave de no adaptación al uso, problemas de seguridad o infracción reglamentaria importante. Una clasificación tipo podría ser la representada en la tabla 1

TABLA 1. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la gravedad valora las consecuencias de la materialización del riesgo, entendiéndolas como el accidente o daño más probable/habitual. Ahora bien, en el AMFE se enriquece este concepto introduciendo junto a la importancia del daño del tipo que sea en el sistema, la percepción que el usuario-cliente tiene del mismo. Es decir, el nivel de gravedad del AMFE nos está dando también el grado de importancia del fallo desde el punto de vista de sus peores consecuencias, tanto materiales como personales u organizacionales.

Siempre que la gravedad esté en los niveles de rango de gravedad superior a 4 y la detectabilidad sea superior a 4, debe considerarse el fallo y las características que le corresponden como importantes. Aunque el IPR resultante sea menor al especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo. De ahí que cuando al AMFE se incorpora tal atención especial a los aspectos críticos, el método se conozca como AMFEC, correspondiendo la última letra a tal aspecto cuantificable de la criticidad

Estas características de criticidad se podrían identificar con algún símbolo característico (por ej. Un triángulo de diferentes colores) en la hoja de registro del AMFE, en el plan de control y en el plano si corresponde.

Frecuencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. Si en la empresa existe un Control Estadístico de Procesos es de gran ayuda para poder objetivar el valor. No obstante, la experiencia es esencial. La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, adquirido a un proveedor, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida, por dicho proveedor. Una posible clasificación se muestra en la tabla 2.

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

Controles actuales

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Detectabilidad

Tal como se definió anteriormente este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los "controles actuales" existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de de-

TABLA 2. Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

TABLA 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

tecar el fallo antes de que llegue al cliente final. Inversamente a los otros índices, cuanto menor sea la capacidad de detección mayor será el índice de detectabilidad y mayor el consiguiente Índice de Riesgo, determinante para priorizar la intervención. Ver la tabla 3.

Se hace necesario aquí puntualizar que la detección no significa control, pues puede haber controles muy eficaces pero si finalmente la pieza defectuosa llega al cliente, ya sea por un error, etc., la detección tendrá un valor alto. Aunque está claro que para reducir este índice sólo se tienen dos opciones:

- Aumentar los controles. Esto supone aumentar el coste con lo que es una regla no prioritaria en los métodos de Calidad ni de Prevención.
- Cambiar el diseño para facilitar la detección.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Es el producto de los tres factores que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención, suele llamarse Índice de Prioridad del Riesgo. Debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice. No obstante un IPR inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuiría a mejorar aspectos de calidad del producto proceso o trabajo. El ordenamiento numérico de las causas de modos de fallo por tal índice ofrece una primera aproximación de su importancia, pero es la reflexión detenida ante los factores que las determinan, lo que ha de facilitar la toma de decisiones para la acción preventiva. Como todo método cualitativo su principal aportación es precisamente el facilitar tal reflexión.

Acción correctora

Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta. Generalmente el tipo de acción correctora que elegiremos seguirá los siguientes criterios, de ser posible:

- Cambio en el diseño del producto servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o la inspección.

Siempre hay que mirar por la eficiencia del proceso y la minimización de costes de todo tipo, generalmente es más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo que dedicar recursos a la detección de fallos. No obstante, la gravedad de las consecuencias del modo de

fallo debería ser el factor determinante del índice de prioridad del riesgo. O sea, si se llega al caso de dos situaciones que tuvieran el mismo índice, la gravedad sería el factor diferencial que marcaría la prioridad.

Responsable y plazo

Como en cualquier planificación de acciones correctoras se deberá indicar quien es el responsable de cada acción y las fechas previstas de implantación.

Acciones implantadas

Este apartado es opcional, no siempre lo contienen los métodos AMFE, pero puede ser de gran utilidad recogerlo para facilitar el seguimiento y control de las soluciones adoptadas. Se deben reflejar las acciones realmente im-

TABLA 4. Proceso de actuación para la realización de un AMFE de proceso

1. Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
2. Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
3. Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
4. Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
5. Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.
6. Planificar la realización del AMFE, conducido por persona conocedora de la metodología.
7. Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es esencial el diagrama causa- efecto o diagrama de la espina de Isikawa.
8. Complimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
9. Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
10. Planificar las correspondientes acciones de mejora.

ANEXO 2 Codificación de la maquinaria

