



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniera Industrial.

Proyecto de Investigación:

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL
ÁREA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA METODOLOGÍA AMFE EN LA
EMPRESA INDUSTRIAL TECNIAGRO”**

Autora:

Vanessa Viviana Macias Aldaz

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Jeyson Patricio Egas García

Quevedo – Los Ríos -Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Vanessa Viviana Macias Aldaz**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f. _____

Vanessa Viviana Macias Aldaz

C.C. # 1250214689



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Jeyson Patricio Egas García, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Vanessa Viviana Macias Aldaz**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA METODOLOGÍA AMFE EN LA EMPRESA INDUSTRIAL TECNIAGRO”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Jeyson Patricio Egas García

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. Jeyson Patricio Egas García, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de director del Proyecto de investigación titulado **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA METODOLOGÍA AMFE EN LA EMPRESA INDUSTRIAL TECNIAGRO”**, de autoría del estudiante Macias Aldaz Vanessa Viviana, de la carrera de Ingeniería Industrial.

CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del **6%**.

Document Information

Analyzed document	VMACIASALDAZ.pdf (D159719596)
Submitted	2/28/2023 6:34:00 PM
Submitted by	Jeyson Egas García
Submitter email	jegasg@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	jegasg.uteq@analysis.orkund.com

Ing. Jeyson Patricio Egas García

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción aplicando la metodología AMFE en la empresa industrial TECNIAGRO”

Presentado al Consejo Directivo de facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Arq. Glen Vinueza Mendoza

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Edgar Valencia Rodríguez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Kelvin Moposita Ortega

QUEVEDO - LOS RIOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Primero quiero expresar mi agradecimiento a Dios quien me a guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante y cumplir mis metas, De manera especial, quiero agradecer a mis padres, mis hermanos mi novio y amigos por su amor, apoyo y comprensión en todo momento. Su aliento y motivación me han impulsado a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Quiero agradecer a mi tutor Ing. Jeyson Patricio Egas García, por su orientación, apoyo y paciencia en cada una de las etapas de este trabajo, a mi tribunal el Arq. Glen Vinueza Mendoza, Ing. Edgar Valencia Rodríguez, Ing. Kelvin Moposita Ortega por sus valiosas sugerencias y comentarios han sido fundamentales para mejorar mi investigación. Así mismo, deseo agradecer a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación y por proveerme de los recursos necesarios para su realización.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en esta investigación, y que no menciono de manera individual pero que han sido importantes para su realización.

¡Muchas gracias a todos!

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que creen en mí y son parte de mi vida y han influido de manera significativa en mi formación académica y personal:

A mis padres, Albino Macias y Rosa Aldaz por su amor, apoyo y esfuerzo constante para brindarme la mejor educación. Gracias por creer en mí y por ser mi ejemplo de perseverancia y dedicación mis hermanos Alexis, María, Nataly, gracias por siempre confiar y creer en mí, a mi novio por su apoyo incondicional durante toda esta etapa y a mi hijo perruno Jagger por su amor absoluto.

A mis amigos y amigas, por su amistad, alegría y confianza. Gracias por estar a mi lado y brindarme su apoyo incondicional durante todo el período universitaria

A todas las personas que han formado parte de esta investigación y han colaborado de una u otra forma para su realización. A cada una de estas personas, les dedico este trabajo como una muestra de mi gratitud y reconocimiento por ser parte de mi vida y por ayudarme a alcanzar esta meta.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basó en desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa TECNIAGRO ubicada en la parroquia San Camilo vía San Carlos - Babahoyo, diagonal a la prefectura de Los Ríos, con el fin de realizar un plan de mantenimiento preventivo el mismo que estuvo apoyado en la metodología AMFE (análisis modal de fallos y efectos). Se aplicó el método de análisis de criticidad, se analizaron todas las máquinas del área de producción, con la finalidad de determinar que máquinas se encuentran en situación crítica y media crítica las mismas que puedan afectar los tiempos de producción y en la calidad del producto.

Se utilizó el método AMFE el cual comprende el estudio de la gravedad, la detectabilidad y la frecuencia del daño y/o fallos. Consecutivamente de haber aplicado la evaluación AMFE. Máquinas como el Torno de marca LACFER, Cortadora de Plasma, Soldadora MIG y el Torno Vertical son equipos que intervienen directamente con la creación de piezas milimétricamente específicas, así como también para los acabados finales de las máquinas agrícolas al no contar con un plan de mantenimiento estas máquinas se encuentran en una situación crítica y esto puede repercutir en el volumen de venta de la empresa.

Con el propósito de prevenir los mantenimientos correctivos se elaboró una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, el mismo que detalla la frecuencia que se realizará a los elementos de las máquinas que necesitan este mantenimiento.

Palabras claves: Método AMFE, mantenimiento preventivo, análisis de criticidad, maquinaria agrícola, análisis modal de fallos.

ABSTRACT

The present research work was based on developing a proposal for a preventive maintenance plan in the company TECNIAGRO located in the parish of San Camilo via San Carlos - Babahoyo, diagonal to the prefecture of Los Ríos, in order to carry out a preventive maintenance plan which was supported by the AMFE methodology (modal analysis of failures and effects). The criticality analysis method was applied, all the machines in the production area were analyzed, in order to determine which machines are in a critical and critical medium situation that may affect production times and product quality.

The AMFE method was used, which includes the study of the severity, detectability and frequency of damage and/or failures. Consecutively having applied the AMFE evaluation. Machines such as the LACFER Brand, Plasma Cutter, MIG Welder and the Vertical Lathe are equipment that intervene directly with the creation of millimetrically specific parts, as well as for the final finishes of agricultural machines by not having a maintenance plan these machines are in a critical situation and this can affect the sales volume of the company.

In order to prevent corrective maintenance, a proposal for a preventive maintenance plan was prepared, which details the frequency that will be performed on the elements of the machines that need this maintenance.

Keywords: AMFE method, preventive maintenance, criticality analysis, agricultural machinery, Failure Mode Analysis

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
CÓDIGO DUBLIN	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de la investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.1.2. Formulación del Problema	4
1.1.3. Sistematización del Problema	4
1.1.4. Árbol de Problema.....	5
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación.....	7
CAPITULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1.1. Maquinarias Agrícolas	9

2.1.2.	Desgranadora de maíz	9
2.1.3.	Secadora de granos.....	9
2.1.4.	Molino de granos industrial.....	9
2.1.5.	Zaranda pre-limpiadora de maíz.....	9
2.1.6.	Vida útil de las maquinas agrícola	10
2.1.7.	Separación de las máquinas.....	10
2.1.8.	Industria Metalmecánica	10
2.1.9.	Mantenimiento.....	10
2.1.10.	Check List.....	12
2.1.11.	Principio del Mantenimiento Preventivo.....	12
2.1.12.	Análisis de fallos funcionales.....	14
2.1.13.	Análisis modal de fallos y efectos (AMFE).	15
2.1.14.	Índice de Prioridad de Riesgo (IPR).....	16
2.1.15.	Descripción del método AMFE.....	16
2.1.16.	Acción Correctiva.....	19
2.1.17.	Codificación de Equipos.	24
2.2.	Marco conceptual	24
2.2.1.	Proceso de producción de Tecniagro.....	24
2.2.2.	Áreas.....	24
2.2.3.	Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo.....	24
2.3.	Marco referencial	25
2.3.1.	Internacional.....	25
2.3.2.	Nacional.....	26
CAPÍTULO III.....		27
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		27
3.1.	Localización	28
3.2.	Tipo de Investigación	28

3.2.1.	Investigación de Campo	28
3.2.2.	Investigación bibliográfica	28
3.2.3.	Investigación descriptiva	29
3.3.	Método de Investigación	29
3.3.1.	Método analítico	29
3.3.2.	Método inductivo	29
3.3.3.	Método deductivo	29
3.4.	Fuentes de recopilación de información	29
3.5.	Diseño de la investigación	30
3.6.	Instrumento de la investigación	30
3.7.	Tratamiento de datos	30
3.7.1.	Población	30
3.7.2.	Muestra	31
3.8.	Recursos humanos y materiales	31
3.8.1.	Recursos de oficina	31
3.8.2.	Recurso Humanos	31
CAPITULO IV		32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		32
4.1.	Diagnosticar el estado actual de las máquinas y equipos de producción en la empresa TECNIAGRO	33
4.1.1.	Codificación de maquinaria de TECNIAGRO S.A.	34
4.1.2.	Interpretación de los códigos empleados	34
4.1.3.	Check List – Verificación y Análisis de Criticidad	37
4.1.4.	Fichas técnicas	51
4.2.	Análisis del Método A.M.F.E. Aplicado en las máquinas medias críticas y situación críticas	58
4.2.1.	Criterios De Evaluación AMFE – TECNIAGRO	58
4.2.2.	Aplicación del método Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)	60

4.2.3. Resultado global del método AMFE (Índice de Priorización del Riesgo)	66
4.3. Propuesta de Plan de Mantenimiento TECNIAGRO	67
4.3.1. Plan de mantenimiento preventivo anual TECNIAGRO	75
Discusión.	78
CAPITULO V.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1. Conclusiones.....	80
5.2. Recomendaciones	81
CAPITULO VI.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	82
6.1. Bibliografía.....	83
CAPITULO VII.....	87
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nivel de Gravedad.....	17
Tabla 2. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo....	18
Tabla 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo	19
Tabla 4. Factores para el cálculo de consecuencia	21
Tabla 5. Factor de Frecuencia "FF"	21
Tabla 6. Factor de Frecuencia "IO"	22
Tabla 7. Factor de Frecuencia "FO"	22
Tabla 8. Factor de Frecuencia "CM"	22
Tabla 9. Factor de Seguridad, Higiene y Ambiente "SHA"	23
Tabla 10. Población de Estudio TECNIAGRO	30
Tabla 11. Inventario de Maquinas por Activos	33
Tabla 12. Codificación de Activos.	35
Tabla 13. Análisis de Criticidad del Torno-LACFER.....	37
Tabla 14. Análisis de Criticidad del Torno-PINACHO.....	38
Tabla 15. Análisis de Criticidad de Esmeril	39
Tabla 16. Análisis de Criticidad de Maq. de Corte de Plasma – CEBORA	40
Tabla 17. Análisis de Criticidad del Taladro de Pedestal – CENTURY	41
Tabla 18. Análisis de Criticidad de Roladora Artesanal.....	42
Tabla 19. Análisis de Criticidad de la Dobladora Artesanal	43
Tabla 20. Análisis de Criticidad de Compresor de aire vertical	44
Tabla 21. Análisis de Compresor Horizontal	45
Tabla 22. Análisis de Criticidad de Amoladoras -DEWALT	46
Tabla 23. Análisis de Criticidad de Tronzadora DEWALT	47
Tabla 24. Análisis de Criticidad de la Soldadoras, CEBORA.....	48
Tabla 25. Análisis de Criticidad de la Soldadora Eléctrica	49
Tabla 26. Análisis de Criticidad de las Maquinas de TECNIAGRO	50

Tabla 27. Ficha técnica torno.....	52
Tabla 28. Ficha técnica plasma de corte	52
Tabla 29. Ficha técnica compresora de aire vertical estacionario	53
Tabla 30. Ficha técnica soldadora MIG MAG 2	55
Tabla 31. Ficha Técnica torno	55
Tabla 32. Ficha técnica trozadora de metal	56
Tabla 33. Método AMFE Factor - Gravedad	58
Tabla 34. Método AMFE Factor - Frecuencia	58
Tabla 35. Método AMFE Factor - Detectabilidad.....	59
Tabla 36. Método A.M.F.E - Torno LACFER	60
Tabla 37. Método A.M.F.E - Cortadora de Plasma	61
Tabla 38. Método A.M.F.E - Compresor Vertical.....	62
Tabla 39. Método A.M.F.E – Soladora MIG.....	63
Tabla 40. Método A.M.F.E - Torno PINACHO.....	64
Tabla 41. Método A.M.F.E – Tronzadora	65
Tabla 42. Índice de Prioridad de Riesgo - Método AMFE TECNIAGRO.....	66
Tabla 43. Frecuencia de acción	68
Tabla 44. Gama de mantenimiento Torno LACFER.....	69
Tabla 45. Gama de mantenimiento Cortadora Plasma CEBORA	70
Tabla 46. Gama de mantenimiento Compresor Vertical Powermate	71
Tabla 47. Gama de mantenimiento Soldador MIG.....	72
Tabla 48. Gama de mantenimiento Trozadora Dewalt	72
Tabla 49. Gama de mantenimiento Torno PINACHO	74
Tabla 50. Plan de mantenimiento preventivo anual	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de mantenimiento preventivo	13
Figura 2. Diagrama de Inicio de Plan de Mantenimiento.....	20
Figura 3. Matriz de Criticidad	23
Figura 4. Codificación de Equipos	24
Figura 5. Ubicación geográfica de TECNIAGRO	28
Figura 6. Estructura de Codificación de Activos.....	34
Figura 7. LAYOUT TECNIAGRO	36
Figura 8. Resultado de Análisis de Criticidad	51
Figura 9. ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGO	66
Figura 10. Nomenclatura de la frecuencia de acción	67

ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 1. Cálculo de Índice de Prioridad de Riesgo)	16
(Ecuación 2. Criticidad Total por Riesgo)	20
(Ecuación 3. Ecuación de Consecuencia)	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Visita técnica al área de producción	88
Anexo 2. Entrevista al gerente propietario	88
Anexo 3. Inspección al equipo de trabajo	88
Anexo 4. Inspección a las máquinas	88
Anexo 5. Formato de la ficha técnica.....	88
Anexo 6. Formato de chek lis método AMFE.....	88
Anexo 7. Formato del análisis de fallos y efectos.....	88
Anexo 8. Formato de mantenimiento	88

CÓDIGO DUBLIN

Titulo:	Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción aplicando la metodología AMFE en la empresa industrial TECNIAGRO				
Autor:	Vanessa Viviana Macias Aldaz				
Palabras claves:	Método AMFE	Mantenimiento Preventivo	Análisis de Criticidad	Maquinaria Agrícola	Análisis modal de Fallos
Fecha de publicación	2023				
Editorial	Quevedo – UTEQ – 2023				
Resumen	Resumen. - El presente trabajo de investigación se basó en desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa TECNIAGRO ubicada en la parroquia San Camilo vía San Carlos - Babahoyo, diagonal a la prefectura de Los Ríos, con el fin de realizar un plan de mantenimiento preventivo el mismo que estuvo apoyado en la metodología AMFE (análisis modal de fallos y efectos). Se aplicó el método de análisis de criticidad, se analizaron todas las máquinas del área de producción, con la finalidad de determinar que máquinas se encuentran en situación crítica y media crítica las mismas que puedan afectar los tiempos de producción y en la calidad del producto. Se utilizó el método AMFE el cual comprende el estudio de la gravedad, la detectabilidad y la frecuencia del daño y/o fallos. Consecutivamente de haber aplicado la evaluación AMFE. Máquinas como el Torno de marca LACFER, Cortadora de Plasma, Soldadora MIG y el Torno Vertical son equipos que intervienen directamente con la creación de piezas milimétricamente específicas, así como también para los acabados finales de las máquinas agrícolas al no contar con un plan de mantenimiento estas máquinas se encuentran en una situación crítica y esto puede repercutir en el volumen de venta de la empresa. Con el propósito de prevenir los mantenimientos correctivos se elaboró una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, el mismo que detalla la frecuencia que se realizará a los elementos de las máquinas que necesitan este mantenimiento. Abstract.- The present research work was based on developing a proposal for a preventive maintenance plan in the company TECNIAGRO located in the parish of San Camilo via San Carlos - Babahoyo, diagonal to the prefecture of Los Ríos, in order to carry out a preventive maintenance plan which was supported by the AMFE methodology (modal analysis of failures and effects). The criticality analysis method was applied, all the machines in the production area were analyzed, in order to determine which machines are in a critical and critical medium situation that may affect production times and product quality. The AMFE method was used, which includes the study of the severity, detectability and frequency of damage and/or failures. Consecutively having applied the AMFE evaluation. Machines such as the LACFER Brand, Plasma Cutter, MIG Welder and the Vertical Lathe are equipment that intervene directly with the creation of millimetrically specific parts, as well as for the final finishes of agricultural machines by not having a maintenance plan these machines are in a critical situation and this can affect the sales volume of the company In order to prevent corrective maintenance, a proposal for a preventive maintenance plan was prepared, which details the frequency that will be performed on the elements of the machines that need this maintenance.				
Descripción	111 hojas: dimensiones 29x21cm + CD-ROM				
URL					

INTRODUCCIÓN

La agricultura dentro de la provincia de Los Ríos ha sufrido un crecimiento exponencial debido a la creación de nuevas máquinas agroindustriales que facilitan los procesos del agricultor, tales como el desgranar maíz y el secado cacao entre otras actividades. Estos equipos se pueden adaptar de acuerdo con las especificaciones técnicas del cliente.

El impacto de la falta de mantenimiento preventivo en las pequeñas, medianas y grandes industrias metal mecánicas tiene una gran repercusión en gastos operativos y costes de mantenimientos correctivos, por lo tanto, es de vital importancia la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

TECNIAGRO inicia sus actividades en el año 2007 como una empresa dedicada a la fabricación de máquinas para el sector agrícola, para la elaboración de estas maquinarias se utilizan equipos mecánicos, eléctricos e hidráulicos, los cuales por su uso constante se ven afectados en sus partes internas, ocasionando que se tengan que realizar mantenimientos correctivos que causan retraso en los tiempos de producción.

Mediante un CHECK LIST y un análisis de criticidad que evaluarán criterios de fallos de operación, costos de mantenimiento, frecuencia de fallos y el impacto en la seguridad industrial y medio ambiente y se realiza una valoración inicial con la finalidad de establecer las máquinas más críticas que posteriormente se aplicará la metodología AMFE que busca evaluar las máquinas del área de producción que influyan directamente en los tiempos de producción y en la calidad del producto.

Con el propósito de reducir los retrasos en los tiempos de producción se plantea la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, el mismo que abarca todas las dimensiones de carácter crítico de las máquinas para establecer acciones de mantenimiento y tener stock de repuestos el cual tarda mucho en llegar por el motivo que se realiza el pedido directamente al fabricante y esto retrasa el tiempo de entrega del producto al cliente.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del Problema

TECNIAGRO es una empresa dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola, para la elaboración de estas maquina se utilizan herramientas tales como equipos fijos y móviles los cuales no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo para prolongar el tiempo de vida útil de los mismos, a su vez causa retrasos en los tiempos de producción y de la entrega de las maquinarias agrícolas.

La presente investigación está orientada en desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo con la finalidad maximizar la eficiencia de las máquinas y equipos prolongando el tiempo de vida útil de cada uno, con el objetivo de reducir el costo de los mantenimientos correctivos, considerando como objeto de estudio a las maquinas del área de producción de la empresa TECNIAGRO.

Diagnóstico.

La falta de un plan de mantenimiento en la empresa TECNIAGRO es un problema constante porque no se cuenta con cronograma de actividades en el cual se tenga definida tareas como revisiones periódicas de las máquinas o equipos, la lubricación de las partes móviles ni un CHECK LIST de verificación del estado de todas las máquinas.

Pronóstico.

Mediante la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo se busca reducir el tiempo de inactividad no programado de la maquinaria, mejorar la eficiencia de los equipos y prolongar su vida útil, el mantenimiento preventivo puede ayudar a detectar y solucionar problemas antes de que se conviertan en fallas costosas, lo que a su vez reduciría los costos de reparación y mantenimiento correctivo. ya que esto pueden repercutir considerablemente en la calidad de las máquinas agrícolas que entregan al cliente.

Existen máquinas que son sumamente esenciales para el proceso productivo, cuando existen una falla mecánica y/o eléctrica en las misma el tiempo que se retrasa en la producción es entre unas 4 a 5 horas dependiendo el trabajo correctivo a realizar, si se llega a tratar de una pieza dañada en su totalidad se tarda de uno a dos días que llegue el repuesto de otra ciudad, el cual se lo pide directamente al fabricante de dicha maquina o equipos.

1.1.2. *Formulación del Problema*

¿Qué resultado dará el plan de mantenimiento preventivo utilizando la metodología análisis modal de fallos y efectos (AMFE)?

1.1.3. *Sistematización del Problema*

¿Cómo se realiza la verificación del estado de las máquinas y equipos?

¿Cuáles son los tipos de mantenimiento que la empresa realiza?

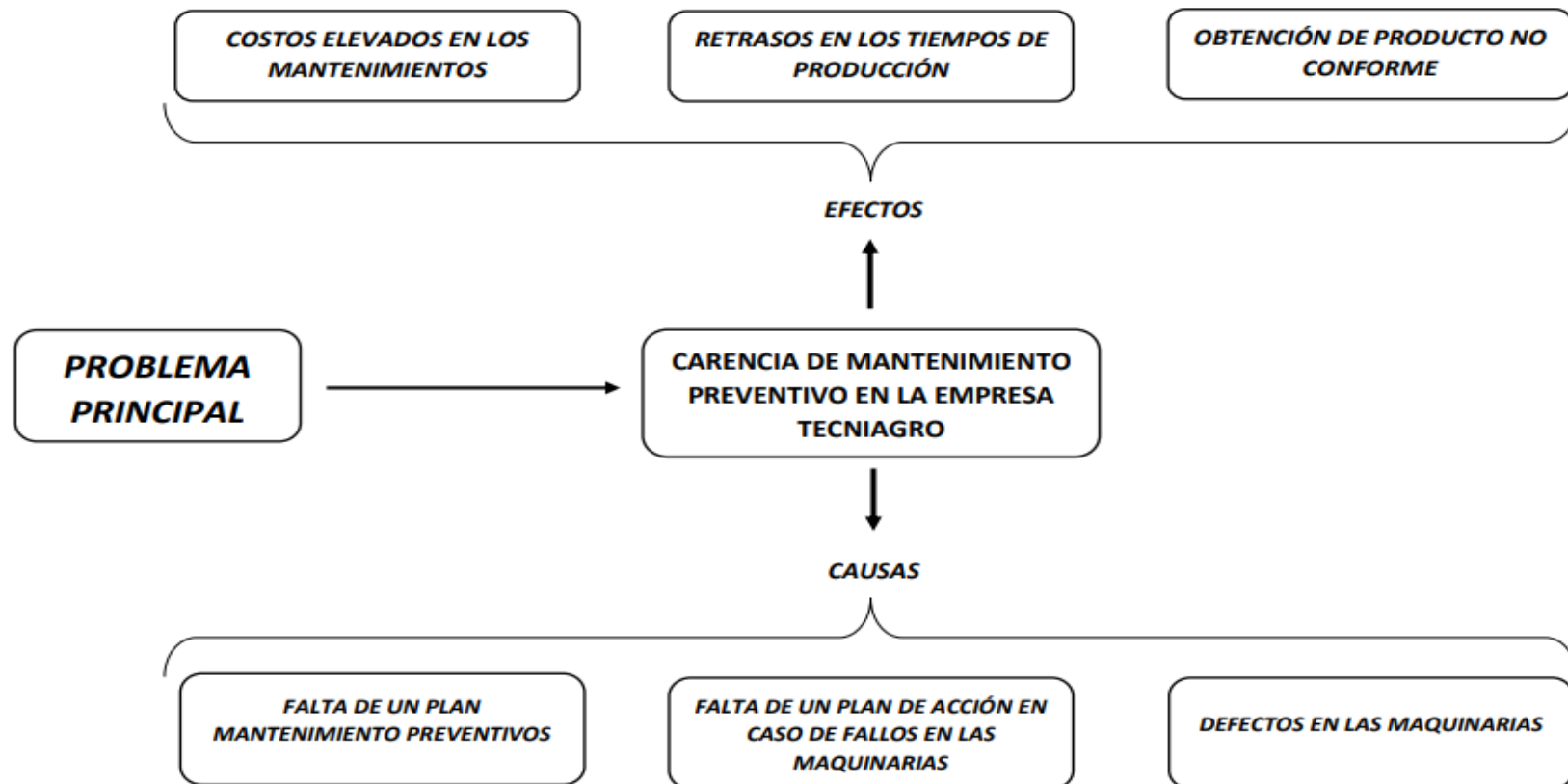
¿Cuántos tipos de mantenimiento existen?

¿Qué beneficios tendrá la empresa en implementar el plan de mantenimiento preventivo?

1.1.4. Árbol de Problema

El problema de mayor importancia es la falta de un plan de mantenimiento preventivo en las maquinarias del área de producción, esto a su vez genera efectos negativos y repercute en la calidad de los productos, haciendo que los clientes de TECNIAGRO pierdan credibilidad.

A continuación, se describen las causas básicas y los efectos que conllevan la falencia de un plan de mantenimiento preventivo.



1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo General*

Proponer un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción aplicando la metodología análisis modal de fallos y efectos (AMFE) en la empresa industrial TECNIAGRO.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

- Diagnosticar el estado actual de las máquinas y equipos de producción en la empresa TECNIAGRO mediante un Check List de Verificación y Análisis de Criticidad.
- Determinar las fallas más relevantes en las máquinas y equipos de la empresa TECNIAGRO mediante la metodología AMFE, con la finalidad de priorizar los elementos y/o equipos que se necesiten un mantenimiento preventivo.
- Elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo en base a los resultados de la metodología AMFE para reducir los tiempos muertos.

1.3. Justificación

TECNIAGRO empresa donde se realiza la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basándose en una valoración preliminar, emprendimiento que comenzó sus actividades con la elaboración de maquinaria para el sector agroindustrial de la provincia de Los Ríos a menor escala la maquinaria se fabrica y se adaptan las necesidades específicas de sus clientes. A medida que la industria agrícola crece en el País, el volumen de ventas aumenta y la empresa se ve en la necesidad de implementar nuevas maquinarias para satisfacer la demanda de las empresas agroindustriales del sector agrícola de la provincia.

La falta de planificación para realizar los mantenimientos preventivos repercute en pérdidas significativas para la empresa. Debido a la necesidad de evaluar el impacto que genera la falta de mantenimiento preventivo en la empresa y sus efectos adversos se emplea el método AMFE que determina el nivel de prioridad de las máquinas que necesitan acciones correctivas, el método AMFE evalúa las características e impacto de la maquinaria sobre la calidad del producto y los tiempos de producción.

Al proponer un plan de mantenimiento preventivo ayuda a prevenir los gastos más costosos que son producido por el mantenimiento correctivo, aportando una mejora en la calidad del producto, disminuyendo los tiempos de entrega maximizando la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos, al mismo tiempo que se minimizan los costos asociados con el mantenimiento y las reparaciones no programadas.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Maquinarias Agrícolas

Son máquinas diseñadas para trabajar sobre grandes dimensiones por lo tanto podrás cosechar grandes hectáreas de cultivos en el menor tiempo posible realizando el trabajo de forma eficiente y organizada. De igual forma se reduce la cantidad de invertida en la preparación del terreno en el procesamiento del producto agrícola. *(Cinco Ventajas de La Mecanización En La Agricultura | Mitsui New Holland, n.d.)*.

2.1.2. Desgranadora de maíz

Es una máquina mecánica la cual tiene la finalidad de extraer los granos de maíz. El proceso mecanizado se basa en el movimiento de engranajes y las piezas que separan los granos de la mazorca y para realizar este movimiento se utilizan motores a gasolina. *(Desgranadora Para Maíz | Definición, Funcionamiento, Modelos | Raiker, n.d.)*.

2.1.3. Secadora de granos

Es un sistema que consiste el colocar granos húmedos la cuales se someten a un proceso térmico rotativo el cual tiene como finalidad reducir la cantidad de agua y de humedad presente en el grano. *(DE DIOS, 1996)*.

2.1.4. Molino de granos industrial

Es un mecanismo de molienda cuyo objetivo es triturar múltiples productos mediante una patea o un reductor, utilizando un motor eléctrico. *(Arreaga, 2021)*.

2.1.5. Zaranda pre-limpiadora de maíz

Es un equipo destinado para la separación de impureza existente en los granos de maíz, se basa en un sistema de cribas, utilizando dos zarandas una en la parte superior que permite que el grano retenido las impurezas más grandes y una segunda zaranda la cual elimina las impurezas restantes. *(MCP D y MCP S - PLANSIFTER | EMBALAJE | EQUIPOS PARA TRIGO | Productos | Zaccaria - Máquinas Para Beneficiamiento de Arroz, Milho e Outros Cereais, n.d.)*.

2.1.6. Vida útil de las maquinas agrícola

La duración o vida de una máquina puede ser vista de dos formas, vida física y vida o duración económica. La física concluye cuando la máquina no puede ser reparada a causa de una falla mayor; la vida económica de una maquina es una media más apropiada del lapso durante el cual debe estimarse la depredación del equipo. (*Administración Y Planificacion de Maquinaria Agricola - Google Libros*, 2005).

2.1.7. Separación de las máquinas

La distancia para trabajar entre una pared del local y la maquinaria, su distancia entre las partes más sobresalientes fijas o móviles de está no deberán ser inferiores a 800 milímetros. Se establece una zona de seguridad entre el pasillo y el puesto de trabajo, la parte más saliente de la máquina será inferior a 400 milímetros y la zona deberá ser señalizada y visible para los trabajadores. (Ministerio del Trabajo, 2003).

2.1.8. Industria Metalmecánica

Abarca un conjunto de actividades de fabricación que en menor y/o mayor escala que utilizan entre sus insumos principales productos de siderurgia y metales no ferrosos en sus cadenas de producción, así mismo comprende múltiples procesos de manufactura.(ADIMRA, 2019).

2.1.9. Mantenimiento

Es el conjunto de acciones, métodos y técnicas encaminadas a conservar, preservar equipos y las instalaciones en servicio aprovechando el mayor tiempo posible buscando mejorar recursos obtenido un óptimo rendimiento.(García Garrido Santiago, 2003).

2.1.9.1. Seguridad en el Mantenimiento.

Para las operaciones de engrase y limpieza de la maquinaria se realizarán cuando estas estén desconectadas, se recomienda utilizar un sistema de bloqueo y señalizar el área de trabajo y/o máquina.(Ministerio del Trabajo, 2003)

2.1.9.2. Objetivo de la gestión del mantenimiento.

El objetivo general de la gestión del mantenimiento es mejorar el valor y la disponibilidad de las instalaciones, equipos, maquinaria y equipo minimizando costos por mantenimientos correctivos. (*Administración Del Mantenimiento Industrial - Roberto Bravo - Google Libros*, n.d.).

Se pueden establecer dos tipos de funciones del mantenimiento: primaria y secundarias como son:

- Mantenimiento del equipo
- Mantenimiento de los edificios
- Inspección y lubricación de equipo
- Modificación del equipo y edificio existentes.

2.1.9.3. Estrategias de mantenimiento.

Es la decisión que adoptan los responsables de una planta para dirigir su empresa, haciendo múltiples tareas en base a la actividad de mantenimiento. Son las cinco las estrategias de mantenimiento. (*Estrategias de Mantenimiento*, n.d.):

- Estrategia Correctiva
- Estrategia Condicional
- Estrategia Sistemática
- Estrategia de alta disponibilidad
- Estrategia de fiabilidad y alta disponibilidad

2.1.9.4. Tipos de Mantenimiento.

Pueden establecerse diferentes clasificaciones para el mantenimiento, enfocándose a las posibles funciones que se les atribuyan, la forma de desarrollarlo. Se admite una clasificación basada en un enfoque metodológico de planteamientos. Mediante esta perspectiva, pueden designarse los diferentes tipos de mantenimientos. (*Tecnología Del Mantenimiento Industrial - Félix Cesáreo Gómez de León - Google Libros*, n.d.):

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total.

2.1.10. Check List.

El check list es una herramienta metodológica basada en una estructura que se compone de las características como factores, propiedades, aspecto, componentes, criterios dimensiones o comportamientos, ítems que son necesarios para realizar una tarea, controlar y evaluar detalladamente el desarrollo de un proyecto, evento, producto o actividad. (Cardona & Restrepo, 2013)

2.1.11. Principio del Mantenimiento Preventivo.

Esta forma de mantenimiento aparece por la necesidad de corregir los inconvenientes del mantenimiento correctivo. (Fernandez Cabañas Manes et al., 1998)

El mantenimiento preventivo regularmente comprende una serie de actividades características

- Limpieza y revisiones periódicas
- Conservación de equipos y protección contra agentes ambientales
- Control de la lubricación
- Reparación y cambios de puntos sensibles.

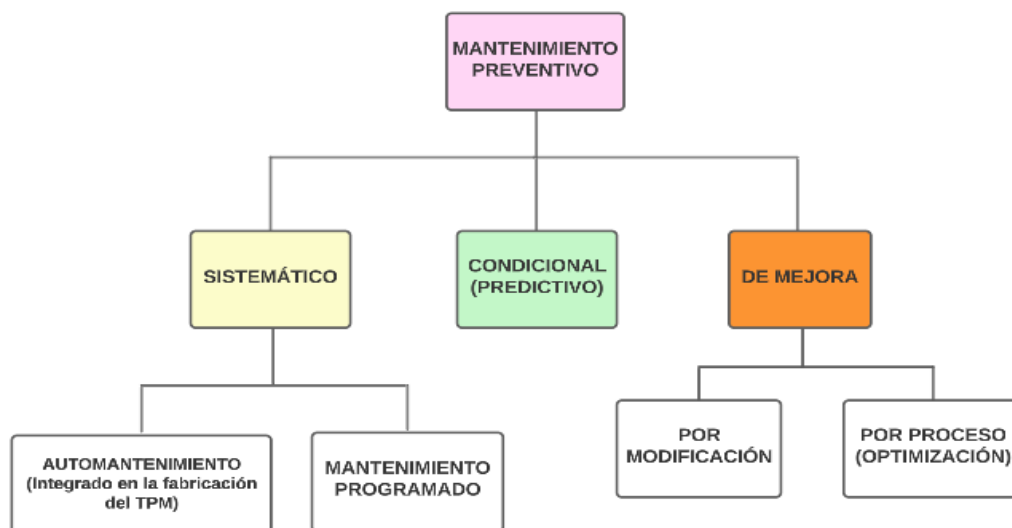
2.1.11.1. *Ventajas del mantenimiento Preventivo.*

Reduce las paradas eventuales y ocasionales producidas por el mantenimiento correctivo, obtenida se obtiene al observar el comportamiento de los ciclos de mantenimiento. (Fernandez Cabañas Manes et al., 1998).

2.1.11.2. *Objetivo del mantenimiento.*

Comprende una serie de acciones tales como revisiones, modificaciones dirigidas a evitar averías y las consecuencia en la calidad del producto y tiempo de producción.(Rey Sacristán, 2001).

Figura 1. Esquema de mantenimiento preventivo



FUENTE: NORMA EN-13460 SOBRE DOCUMENTOS

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

La norma se refiere a los documentos a entregar por el suministrador de un equipo o instalación en dos fases: la primera ante de la puesta de servicio. Esta ficha técnica debe ser suministrada con cada equipo o sistema como muy tarde antes de la maquinaria.(Gonzáles Fernández, 2015).

2.1.11.3. Técnicas Aplicadas para los mantenimientos predictivos.

Usualmente las empresas contratan especialista en áreas donde se requieran análisis y/o estudios específicos como son. (*La Contratación Del Mantenimiento Industrial: Procesos de Externalización ...* - Santiago García Garrido - Google Libros, n.d.).

- Análisis de Vibraciones
- Termografías (Aplicadas a redes eléctricas o equipos electrónicos)
- Análisis de lubricantes
- Control de espesores en equipo estáticos
- Ultrasonidos

2.1.12. Análisis de fallos funcionales.

Determina cuales son las principales funciones de un sistema y/ máquina para identificar los principales fallos funcionales que puedan tener un impacto significativo sobre su seguridad o sobre su operación. (Sols Alberto, 2000).

2.1.12.1. Modos de falla y análisis de consecuencias.

La definición exacta de la Función deseada en el Activo, determinará los objetivos de su mantenimiento, en base a la confiabilidad y disponibilidad requeridos para el mismo, y en éste medida también determinará las Estrategias para alcanzar las metas correctivas o preventivas. (Altmann, 2008).

Los Modos de Falla, pueden ser agrupados, según sean causados por:

- Desgaste y deterioro
- Errores humanos en la ejecución de las tareas de Mantenimiento, y/o en la operación del equipo
- Problemas de diseño.

2.1.13. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE).

2.1.13.1. Definición de AMFE.

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una metodología proactiva para descubrir posibles fallos en los procesos industriales con la finalidad de evitar que se produzcan o mitigar su efecto, investigando dónde pueden producirse y cuáles son sus impacto.(AMFE: Definición, Pasos, Tipos y Herramientas | SafetyCulture, n.d.).

2.1.13.2. Definiciones De Términos Fundamentales Del AMFE.

Cliente o usuario.

La palabra cliente suele estar asociada al usuario final del producto fabricado o al usuario que recibe los resultados del proceso analizado o parte del mismo. Por tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la etapa del ciclo de vida del proceso o producto a la que se aplicará el método (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO , 2023).

Producto.

Se denomina producto a una pieza, un dispositivo y/o una máquina, el producto final del proceso. Es importante establecer límites sobre lo que se analizará y definir la función principal que se realizará, es decir, definir el elemento y especificar qué subconjunto/subproducto incluye el producto

Detectabilidad.

Este concepto es importante para AMFE, aunque se cree que es nuevo para los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidentes.

Frecuencia.

Cuantifica los tiempos en que es probable que un incidente en particular vuelva a ocurrir u ocurra, esto es lo que se llama la probabilidad de un problema de confiabilidad o evitabilidad.(ver la tabla 2).

2.1.14. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR).

Se determina por la multiplicación de tres factores. Dado que esta métrica está relacionada con la prioridad de la intervención, a menudo se la denomina índice de preferencia de riesgo. Debe ser calculado para todas las posibles causas de fallo. El metodo no se establece un criterio de clasificación de tal índice, por lo tanto, un IPR menor a 100 no requieren intervención a menos que la mejora sea fácil de implementar y promover a la mejora del aspectos de calidad del producto, proceso o trabajo.

$$IPR = D.G.F$$

(Ecuación 1. Cálculo de Índice de Prioridad de Riesgo)

2.1.15. Descripción del método AMFE.

Se indican de manera ordenada y de forma esquemática los pasos necesarios con las correspondientes informaciones a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación de la metodología.

2.1.15.1. Causas del modo de fallo.

La causa o causas potenciales de la modalidad de fallo están en el origen del mismo y son un diagnóstico de una debilidad del diseño cuya consecuencia es la propia modalidad de fallo.

2.1.15.2. Gravedad.

Establece la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente; evalúa los niveles de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, y los costos de reparación por un producto no conforme. (ver la tabla 1).

Tabla 1.*Nivel de Gravedad.*

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 no se daría cuenta del fallo. Ni la repercusión de la calidad del producto.	1
Baja	Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo causa un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, se observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente reparable.	2-3
Moderada de importancia	Defectos relativa	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento de la máquina.	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

*FUENTE: INSST – NTP 679.**ELABORADOR: VANESSA MACIAS 2023***2.1.15.3. Frecuencia.**

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (una causa específica) se produzca y origine un modo de fallo.

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

FUENTE: INSST – NTP 679.**ELABORADO POR:** VANESSA MACIAS 2023

2.1.15.4. Detectabilidad.

La capacidad de averiguar el fallo antes de que llegue al cliente. Contrariamente a los otros índices, cuanto menor sea la capacidad de la detección mayor será el índice de detectabilidad y por lo tanto el Índice de Prioridad de Riesgo se ve aumentado, la cual es concluyente para priorizar la intervención. (ver la tabla 3).

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

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto del producto es obvio. Resulta muy improbable que 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 después.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y probablemente no llegue al cliente. Seguramente se detecte en los últimos estadios de producción.	4-6
Pequeña	El defecto se da por naturaleza y resulta difícil detectarlo con las instrucciones establecidas hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Es casi seguro que lo percibirá el cliente cuando reciba el producto terminado.	9-10

FUENTE: INSST – NTP 679.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

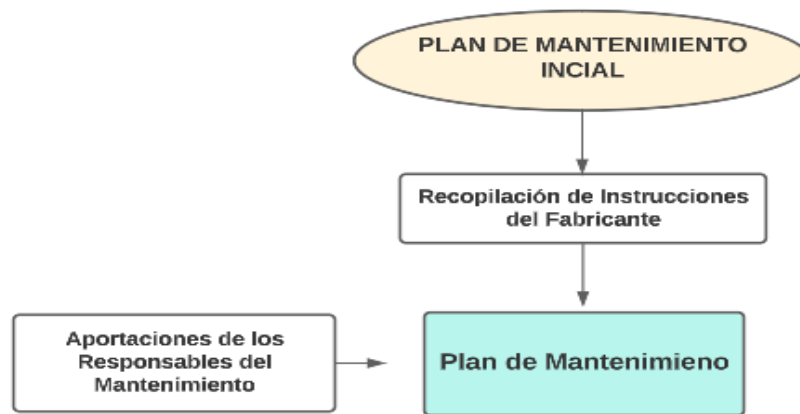
2.1.16. Acción Correctiva.

Es una acción para eliminar la causa de cada uno de las no conformidades que se evidencien, dentro de un proceso de identificación y/o de evaluación. *(Puesta En Marcha Del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). SEAG0211 - Luis Antonio Dorantes Arjona - Google Libros, n.d.).*

2.1.16.1. Plan de mantenimiento inicial.

Está basado en las recomendaciones de los fabricantes, además de las aportaciones puntuales de tareas propuesta por los responsables de mantenimiento según su experiencia y conocimientos. (Garrido, 2012). (ver ilustración 2).

Figura 2. Diagrama de Inicio de Plan de Mantenimiento



FUENTE: INICIO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

2.1.16.2. Análisis de Criticidad.

Es una herramienta que permite identificar, evaluar y jerarquizar por la importancia de los activos de una instalación sobre la cuales tienen que intervenir los recursos (humano, económico y tecnológicos). Es un método que permite establecer la importancia y las consecuencias de eventos potenciales de fallos que se puedan encontrar en un proceso.(Crespo & Parra, 2012).

2.1.16.3. Criticidad Total por Riesgo.

Es un proceso de análisis semicuantitativo que soporta el concepto de riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de fallo por la severidad del mismo.(Crespo & Parra, 2012).

$$CTR = FF * C$$

(Ecuación 2. Criticidad Total por Riesgo)

Donde

- CTR: Criticidad Total por Riesgo
- FF: Frecuencia de Fallos
- C: Consecuencia de Fallos de Eventos.

Donde la consecuencia se obtiene:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA$$

(Ecuación 3. Ecuación de Consecuencia)

Donde:

Tabla 4.
Factores para el cálculo de consecuencia

IO	FACTOR DE IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN
FO	FACTOR DE FLEXIBILIDAD OPERACIONAL
CM	FACTOR DE COSTE DE MANTENIMIENTO
SHA	IMPACTO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL

FUENTE: FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CONSECUENCIA.
ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 5.
Factor de Frecuencia "FF"

4: Frecuente: Mayor a 2 eventos al año
3: Promedio: 1 y 2 Eventos al año
2: Bueno: entre 0.5 y 1 evento al año
1: Excelente: menos 0.5 al año

FUENTE: FACTOR DE FRECUENCIA DE FALLOS (FF) (1-4).
ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

2.1.16.4. Factores de consecuencia.

Tabla 6.

Factor de Frecuencia "IO"

10: Perdidas de producción menor al 75%
7: Perdidas de producción menor al 50% y el 74%
5: Perdidas de producción menor al 25% y el 49%
3: Perdidas de producción menor al 10% y el 24%
1: Perdidas de producción menor al 10%

FUENTE: IMPACTO OPERACIONAL (IO) (ESCALA 1-10).

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 7.

Factor de Frecuencia "FO"

4: No se cuenta con unidades de respuesta de reserva para cubrir la producción en caso de fallos del activo, tiempos de reparación y logística muy grandes.
2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios.
1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeña.

FUENTE: IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO) (ESCALA 1-4).

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 8.

Factor de Frecuencia "CM"

2: Coste de reparación, materiales y mano de obra mayor a 20.000 dólares.
1: Coste de reparación, materiales y mano de obra menor a 20.000 dólares

FUENTE: IMPACTO EN COSTES DE MANTENIMIENTO (CM) (ESCALA 1-2)

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 9.

Factor de Seguridad, Higiene y Ambiente "SHA"

-
- 8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastróficas) que exceden el límite permitido.
- 6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidentes ambientales de difícil restauración.
- 3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (Recuperable en el corto plazo) y/o incidentes ambientales menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.
- 1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales.
-

FUENTE: IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA) (ESCALA 1 – 8)

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

2.1.16.5. Sistema de Valoración Nivel de Criticidad.

Para establecer el nivel de criticidad de cada se considera los factores primordiales como las frecuencias y consecuencias de los fallos y se ubican en la matriz de criticidad 4*4 (ver ilustración 3).

- Área de sistema **No Críticos (NC)**
- Área de sistema de **Media Criticidad (MC)**
- Área de sistema **Críticos (C)**

Figura 3. Matriz de Criticidad

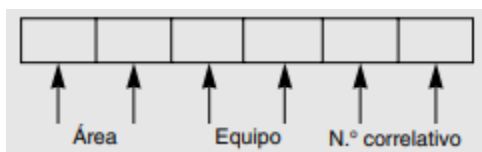
FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

FUENTE: SISTEMA DE VALORACIÓN.

2.1.17. Codificación de Equipos.

Son sistemas que aportan valiosa información significativa sobre el tipo de equipo, su ubicación, familia a la que pertenece y cualquier información importante que se necesite incorporar al código (ver ilustración 4). Sistema de codificación no significativos: son sistemas que asignan un numero o código de correlación para cada comando, pero el número no proporciona ninguna información adicional; código significativo inteligente es aquel que aporta información del equipo y/o máquina. (Brier & lia dwi jayanti, 2020).

Figura 4. Codificación de Equipos



FUENTE: ILUSTRACIÓN DE LA CODIFICACIÓN DEL EQUIPO.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Proceso de producción de Tecniagro

En la industria agrícola es importante el aprovechamiento de todos los recursos naturales con la finalidad de obtener el mayor provecho en el proceso de siembra y cosecha. La empresa realiza un proceso de producción de fabricación de maquinaria para el sector agrícola, los procesos de producción se basan a cumplir estándares industriales y de acuerdo con las especificaciones y necesidades del cliente (Terán, 2023).

2.2.2. Áreas:

- Recepción y almacenamiento de materia prima.
- Área de torno y soldadura.
- Área de ensamble y pintura.

2.2.3. Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo

En una propuesta de plan de mantenimiento preventivo, se detallan las tareas específicas que se deben realizar, la frecuencia con la que se deben llevar a cabo y los recursos necesarios para llevar a cabo dichas actividades (Serneguet, 2023).

- Lista de equipos: Se identifican los equipos o sistemas que requerirán mantenimiento preventivo.
- Frecuencia de mantenimiento: Se establece un periodo de tiempo en el que se se realizarán actividades de mantenimiento preventivo.
- Descripción de las tareas: Se detallan las actividades específicas que se deben realizar en cada mantenimiento preventivo, como inspecciones, limpiezas, ajustes, lubricaciones, calibraciones, entre otros.
- Responsabilidades: Se asignan las responsabilidades a los miembros del equipo encargados de realizar el mantenimiento preventivo.
- Recursos necesarios: Se identifican los recursos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, como herramientas, repuestos, materiales, personal capacitado, etc.
- Registro y seguimiento: Se establece un sistema de registro para documentar las actividades de mantenimiento realizadas y llevar un seguimiento del cumplimiento del plan.

2.3. Marco referencial

2.3.1. Internacional

En Colombia,(Salinas Romero, 2017), en sus tesis “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA GRANITOS Y MÁRMOLES ACABADOS SAS” menciona que mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo la empresa los trabajadores se han organizado de manera planificada para realizar las diferentes actividades de mantenimiento, por lo que se han optimizado los tiempos y genera buenas prácticas de mantenimiento.

En Perú,(Chang, 2008), en su artículo de investigación “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción

de costos del servicio de alquiler” destaca como una solución la implementación de un Check List para el control preventivo de forma periódica y menciona que pueden existir inicial retrasados por logística.

2.3.2. Nacional

En Ecuador,(Varma & Ciudad, 2022), en su trabajo de titulación “*Desarrollo De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Basado En El Mantenimiento Productivo Total Para La Maquinaria En La Línea Pintura De La Empresa Carrocerías Varma De La Ciudad De Ambato*” menciona que gracias al IPR (Índice de Prioridad de Riesgo) se pudieron establecer acciones correctivas tales como el plan de mantenimiento preventivo y recomienda capacitar al personal en la ejecución del plan para que se realice correctamente y de manera oportuna.

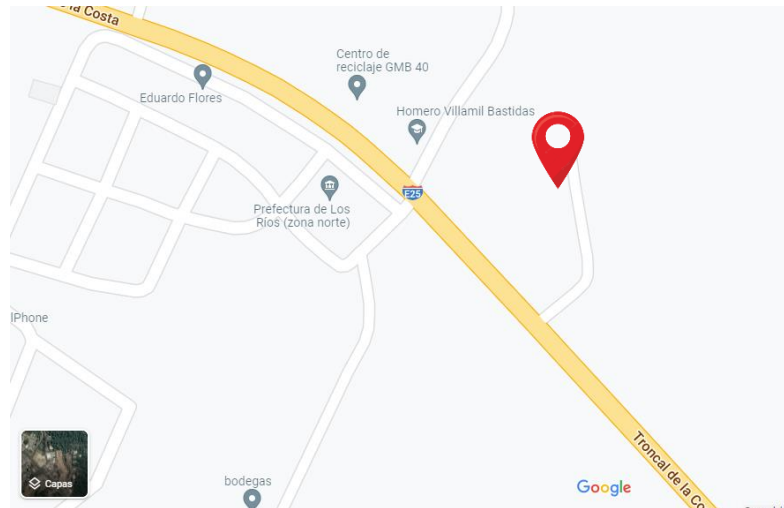
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El estudio para la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los diferentes equipos/ máquinas que intervienen en el área de producción de la empresa industrial TECNIAGRO, ubicada en la parroquia San Camilo vía San Carlos Babahoyo, diagonal a la prefectura de los ríos.

Figura 5. Ubicación geográfica de TECNIAGRO



FUENTE: OBTENIDO DE GOOGLE MAPS.

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

3.2. Tipo de Investigación

3.2.1. Investigación de Campo

La recopilación de datos se la realizó con la verificación del estado de las máquinas mediante el CHECK LIST de verificación en el área de producción, y a través se realizó entrevista al técnico mecánico de TECNIAGRO.

3.2.2. Investigación bibliográfica

Se investigó los parámetros del método AMFE con la finalidad de estudiar cuales son las características y parámetros aplicables en las maquinarias de producción.

3.2.3. Investigación descriptiva

Mediante la tabulación de los CHECK LIST se verificó el estado de las máquinas, cuáles son las más críticas para aplicar el método AMFE para evaluar las posibles fallas y sus consecuencias.

3.3. Método de Investigación

3.3.1. Método analítico

En base a la siguiente metodología se realizó el análisis del proceso de elaboración de las máquinas agrícolas, con la finalidad de determinar cuáles son las máquinas que intervienen desde el proceso inicio de convertir a las materias primas en piezas para obtener el producto terminado.

3.3.2. Método inductivo

Con este método se realizó un estudio específico de las máquinas que pueden causar un fallo que afecte a la calidad del producto y a la seguridad de los trabajadores, a través de este método se realizó una observación y verificación primaria se registró el diagnóstico que servirá para realizar el método AMFE.

3.3.3. Método deductivo

Para analizar los datos cuantitativo y cualitativo se utilizó el método deductivo para el tratamiento de datos, tales como los ítems a evaluar en el CHECK LIST y establecer el grado de intervención mediante el método AMFE.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Para la ejecución de este estudio se realizó investigación bibliográfica con la finalidad de obtener las directrices de las metodologías aplicadas en esta investigación y como fuentes secundarias se realizaron varias entrevistas al gerente y al personal operativo de la empresa.

3.5. Diseño de la investigación

Se realiza una investigación con un enfoque experimental debido a que se toma variables de estudio como la relación causa efecto del fallo de las máquinas y se estima la repercusión que estas falencias tendrían en la producción.

3.6. Instrumento de la investigación

Los instrumentos empleados para la realización de este estudio fueron:

- Entrevista
- Observación Directa
- Análisis de Documentos
- Y Registros

3.7. Tratamiento de datos

Para la realización del Check List de verificación se efectuó una tabulación y codificación del número de máquinas, y gráficos en Microsoft Excel para elaborar gráficos que permitan la comprensión efectiva de los resultados.

3.7.1. Población

Tabla 10.
Población de Estudio TECNIAGRO

PUESTO DE TRABAJO	ÁREA	NÚM. TRABAJADORES
GERENTE	Gerencia	1
AUX. DE MATERIA PRIMA	Recepción De Materias Prima	2
SOLADORES	Uniones/Cortes	2
TORNEROS	Torno	2
AUX. MECÁNICOS	Producto Terminado	4
POBLACIÓN TOTAL		12

FUENTE: POBLACIÓN ESTUDIADA DENTRO DE LA EMPRESA TECNIAGRO

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023.

3.7.2. *Muestra*

El tamaño de la muestra es muy finita por lo cual se aplicará al 100% para este estudio.

3.8. Recursos humanos y materiales

Para la realización del siguiente proyecto se utilizó los siguientes materiales y recursos.

3.8.1. *Recursos de oficina*

- Esferos
- Hojas A4 y A3
- Lápices
- Ordenador
- Impresora

3.8.2. *Recurso Humanos*

- Gerente General
- Supervisor de Producción
- Técnicos Mecánicos

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnosticar el estado actual de las máquinas y equipos de producción en la empresa TECNIAGRO

La investigación se realizó un inventario de las maquinarias en colaboración con el gerente de la empresa. Se incluyeron los equipos de mayor participación en el proceso productivo de la empresa.

Tabla 11.
Inventario de Maquinas por Activos

ÁREA DE TRABAJO	EQUIPO O MAQUINAS	MARCAS	CANTIDAD
AM	Torno	PINACHO	1
AM	Torno	LACFER	1
AP	Taladro de Pedestal	CENTURY	1
AP	Esmeril de Banco	GRIZZLY	1
AP	Plasma de Corte	CEBORA	1
AP	Roladora de Laminas	ARTESANAL	1
AP	Dobladora de Laminas	ARTESANAL	1
AP	Compresor de aire vertical estacionario	POWERMATE	1
AP	Compresor de aire	INVARSSON	1
AP	Pulidora Eléctrica	DEWALT	2
AP	Tronzadora de metal	DEWALT	1
AS	Soldadora Mig con Co2	CEBORA	2
AS	Soldadora Eléctricas	PTK 200 A	1
AS	Soldadora Eléctricas	INDURA	1

FUENTE: EQUIPOS MAYORMENTE UTILIZADOS DENTRO DE LA EMPRESA.

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

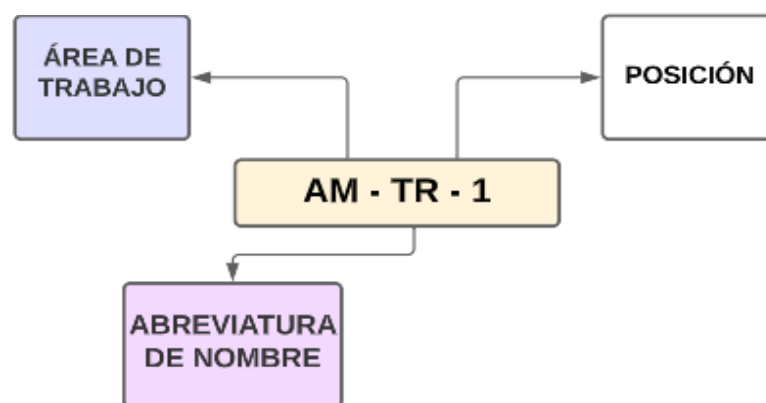
4.1.1. Codificación de maquinaria de TECNIAGRO S.A

Mediante el sistema de codificación mencionado cada maquinaria tiene un número de activo diferente el cual permite la identificación para realizar el plan de mantenimiento.

4.1.2. Interpretación de los códigos empleados

- ✓ AM: Área de maquinado
- ✓ AP: Área de Producción
- ✓ AS: Área de soldadura

Figura 6. Estructura de Codificación de Activos



FUENTE: DIAGRAMA DE LA CODIFICACIÓN DE ACTIVOS

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

4.1.2.1. Codificación.

Una vez identificados las máquinas y equipos se procede a realizar el inventario, luego se llevó a cabo la codificación de los mismos; este proceso es de vital importancia ya que se podrá identificar con un código alfanumérico propio cada uno de ellos.

Al momento de realizar la codificación se tuvo en cuenta el área de trabajo que se encuentra la máquina, la abreviación del nombre y la posición en la cual está ubicados dichos equipos, haciendo referencia en la siguiente tabla.

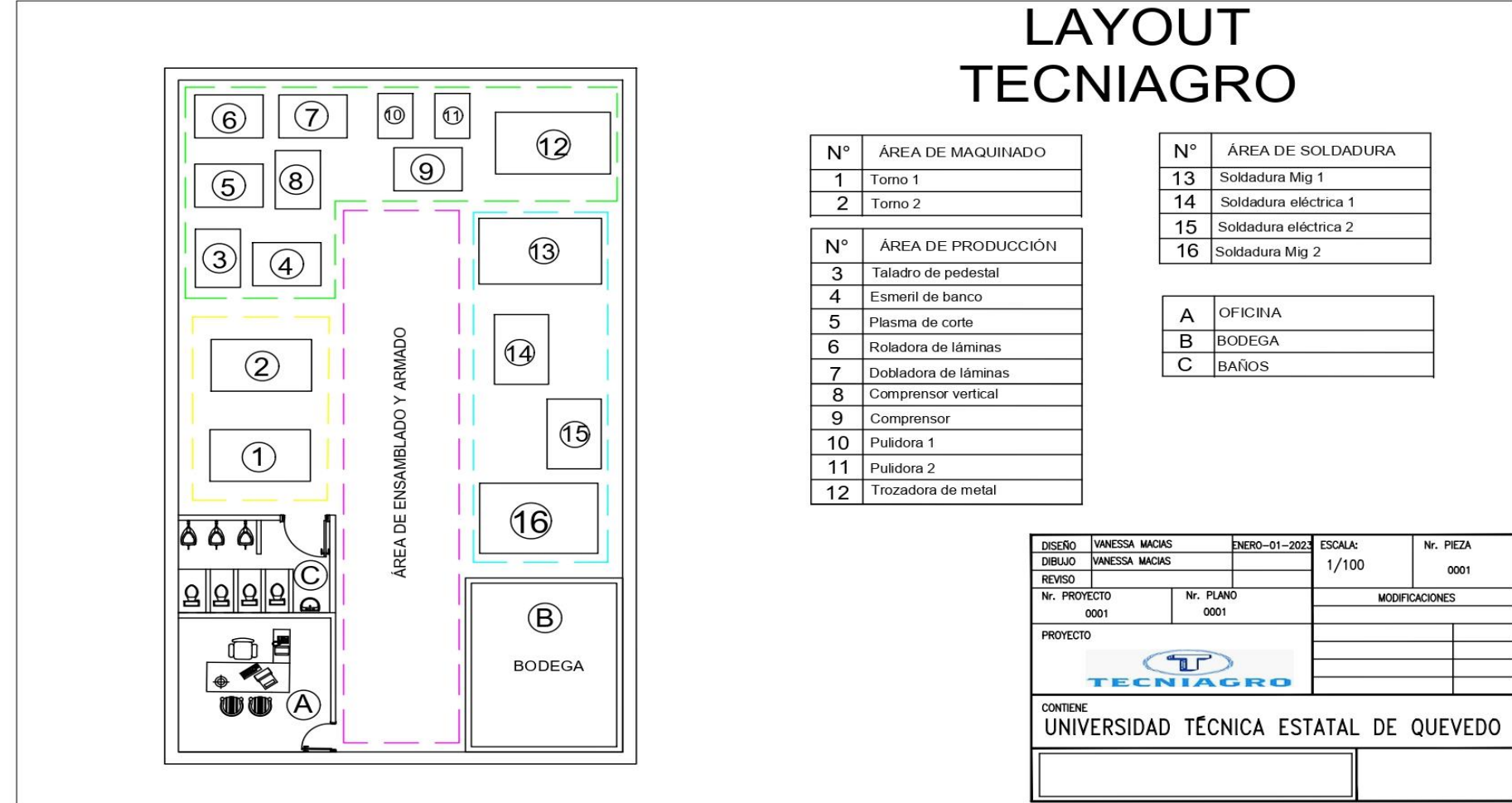
Tabla 12.
Codificación de Activos.

EQUIPOS O MAQUINAS	CODIFICACIÓN	CANTIDAD
Torno	AM-TR-1	1
Torno	AM-TR-2	1
Taladro de Pedestal	AP-TP- 3	1
Esmeril de Banco	AP-ED- 4	1
Plasma de Corte	AP-PC-5	1
Roladora de Laminas	AP-RL-6	1
Dobladora de Laminas	AP-DL-7	1
Compresor vertical de aire estacionario	AP-CA-8	1
Compresor de aire	AP-CAV-9	1
Pulidora Eléctrica	AP-PE-10	1
Pulidora Eléctrica	AP-PE-11	1
Tronzadora de metal	AP-TM-12	1
Soldadora Mig con Co2	AS-SM-13	1
Soldadora Eléctricas	AS-SM-14	1
Soldadora Eléctricas	AS-SE-15	1
Soldadora Mig con Co2	AS-SE-16	1

FUENTE: INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE MAQUINARIA.

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

FIGURA 3. LAYOUT TECNIAGRO



FUENTE: MAPA DE LA UBICACIÓN DE LAS MAQUINARIAS.

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

4.1.3. Check List – Verificación y Análisis de Criticidad

En el desarrollo del primer objetivo se desarrolló la lista de verificación en el cual se implementó el análisis de criticidad con la finalidad de determinar cuáles de las máquinas serán sometidas a la evaluación AMFE.

Tabla 13. Análisis de Criticidad del Torno-LACFER

 TECNIAGRO		CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS						CÓDIGO: SSO-POB-MANT-001		
								ELABORADO POR: VANESSA MACIAS		
								FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023		
								FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023		
MAQUINA/EQUIPO: TORNO				ÁREA/PROCESO: ÁREA DE MAQUINADO						
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS						
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AM-TR-1				MODELO DE MAQUINA: LACFER						
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANALISIS DE CRITICIDAD						
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR
MANOMETRO	✓			10	4	1	1	42	3	126
CONTRA PUNTO		✓								
HUSILLO			✓							
PLATO	✓									
BANCADA			✓							
TORRE PORTA HERRAMIENTA	✓									
CARRO PORTA HERRAMIENTA	✓									
CIRCUITOS ELECTRICOS			✓							
										SITUACIÓN CRITICA

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: El resultado del análisis de criticidad detona un sistema crítico esto es debido a que si alguna pieza del torno falla puede afectar considerablemente la producción.

Tabla 14.

Análisis de Criticidad del Torno-PINACHO

		CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS					CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001				
							ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
							FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023				
							FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023				
MAQUINA/EQUIPO: TORNO					ÁREA/PROCESO: ÁREA DE MAQUINADO						
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023					RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS						
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AM-TR-2					MODELO DE MAQUINA: PINACHO						
ITEMS		ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD						
		BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR
CABEZAL	PUNTO	✓			7	1	1	1	9	4	36
	PLATO DE AGARRE	✓									
	MANIVELAS	✓									
	SISTEMA DE FRENO		✓								
	INTERRUPTORES	✓									
	LUCES PILOTOS	✓									
CARRO	AVANCES	✓									
	MANIVELAS VOLANTES	✓									
	PALANCA DE ARRANQUE	✓									
	TORNILLO CARRO ORIENTABLE	✓									
REFRIGERACIÓN	BOMBA		✓								MEDIA CRITICIDAD
	TUBOS			✓							
	LIQUIDO		✓								

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: Al no existir un plan de mantenimiento preventivo que cambie los tubos hidráulicos estos se dañan con una frecuencia periódica, causando retrasos y pérdidas considerables en la producción.

Tabla 15.
Análisis de Criticidad de Esmeril

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS			CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001						
				ELABORADO POR: VANESSA MACIAS						
				FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023						
				FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023						
MAQUINA/EQUIPO: ESMERIL DE BANCO				ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS						
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-ED- 4				MODELO DE MAQUINA: GRIZZLY						
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANALISIS DE CRITICIDAD						
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR
INTERRUPTOR DE ENCENDIDO	✓			3	1	1	1	5	2	10
SOPORTE PARA LA HERRAMIENTA	✓									
GUARDAS	✓									
ABRAZADERAS	✓									
TORNILLOS	✓									NO CRITICO
PIEDRA DE ESMERIL		✓								

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: en el análisis de criticidad de esta máquina resulta en no crítico debido a que son herramientas móviles, y en caso de existir una urgencia correctiva los repuestos están disponibles en las ferreterías locales.

Tabla 16.

Análisis de Criticidad de Maq. de Corte de Plasma – CEBORA

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS						CÓDIGO: SSO-POB-MANT-001				
							ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
							FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023				
							FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023				
MAQUINA/EQUIPO: PLASMA DE CORTE						ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023						RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS					
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-PC-5						MODELO DE MAQUINA: CEBORA					
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR	
CONEXIÓN AL COMPRESOR			✓	7	4	1	3	32	3	96	
ASA DE TRANSPORTE	✓										
MANOMETRO DE PRESIÓN	✓										
REGLAJE DE INTENSIDAD DE CORTE	✓										
INTERRUPTOR DE MARCHA	✓										
CONECTOR HEMBRA CABLE MASA	✓										
CONEXIÓN DE CONTROL ELECTRONICO DE LA ANTORCHA	✓										
CONEXIÓN DE AIRE DE LA ANTORCHA	✓										
CABLE Y PINZA DE MASA		✓									
ANTORCHA DE PLASMA			✓							SITUACIÓN CRÍTICA	

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: con la valoración resultante se obtiene un nivel de crítico, la causa se debe a que no existe una revisión periódica de la antorcha y no se cuenta común stock de este repuesto.

Tabla 17.

Análisis de Criticidad del Taladro de Pedestal – CENTURY

 TECNIAGRO	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS			CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001						
				ELABORADO POR: VANESSA MACIAS						
				FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023						
				FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023						
MAQUINA/EQUIPO: TALADRO DE PEDESTAL				ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS						
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-TP- 3				MODELO DE MAQUINA: CENTURY						
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD						
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR
BANDAS		✓		3	2	1	1	8	2	16
HUSILLO	✓									
MANIVELA	✓									
MESA	✓									
BASE	✓									
MOTOR	✓									
COLUMNA	✓									
POLEAS		✓								NO CRITICO

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: debido a que se encuentran con unidades de respuesta en stock para reemplazar a la máquina genera un retraso en la producción, por lo tanto, es un no es un sistema crítico.

Tabla 18.
Análisis de Criticidad de Roladora Artesanal

 TECNIAGRO	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS			CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001						
				ELABORADO POR: VANESSA MACIAS						
				FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023						
				FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023						
MAQUINA/EQUIPO: ROLADORA DE LAMINAS			ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN							
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023			RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS							
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-RL-6			MODELO DE MAQUINA: ARTESANAL							
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANALISIS DE CRITICIDAD						
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR
RODILLO SUPERIOR	✓			7	2	1	1	16	1	16
RODILLO INFERIOR	✓									
RODILLO DE REFUERZO DELANTERO	✓									
ENGRANAJE	✓									
ENGRASADO	✓									
SEGUROS	✓									
MANIVELAS	✓									
RODAMIENTOS	✓									NO CRITICO

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: Debido a que la posibilidad de fallo en esta máquina no es frecuente en su análisis no se considera como una máquina crítica.

Tabla 19.
Análisis de Criticidad de la Dobladora Artesanal

 TECNIAGRO	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS						CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001					
							ELABORADO POR: VANESSA MACIAS					
							FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023					
							FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023					
MAQUINA/EQUIPO: DOBLADORA DE LAMINAS				ÁREA/PROCESO: ÁREA DE MAQUINADO								
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS								
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-DL-7				MODELO DE MAQUINA: ARTESANAL								
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD								
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR		
SUPERFICIE SUPERIOR	✓			7	1	1	1	9	2	18		
SUPERFICIE INFERIOR	✓											
CONTRA PESAS	✓											
RODAMIENTOS		✓								NO CRITICO		
TORNILLOS DE AJUSTE	✓											

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: se obtiene un análisis crítico debido a que la frecuencia de fallo de la máquina es mínima y en caso de fallar se encuentra repuesto en stock en el taller.

Tabla 20.

Análisis de Criticidad de Compresor de aire vertical

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS							CÓDIGO: SSO-POB-MANT-001		
								ELABORADO POR: VANESSA MACIAS		
								FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023		
								FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023		
MAQUINA/EQUIPO: COMPRESOR DE AIRE VERTICAL				ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS						
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-CA-8				MODELO DE MAQUINA: Powermate						
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANALISIS DE CRITICIDAD						
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR
FILTRO DE AIRE	✓			10	5	1	1	52	3	156
MANOMETRO DE PRESIÓN DE TRABAJO	✓									
MANOMETRO DE PRESIÓN DE TANQUE	✓									
VALVULAS		✓								
TAPÓN DE DEPOSITO DE ACEITE	✓									
BANDAS		✓								
MOTOR			✓							
INTERRUPTORES		✓								
										SITUACION CRITICA

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: nivel de criticidad es alta debido a que el compresor pertenece a la parte del proceso de pintado el cual determina la finalidad de la cadena de producción.

Tabla 21.
Análisis de Compresor Horizontal

 TECNIAGRO	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS			CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001						
				ELABORADO POR: VANESSA MACIAS						
				FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023						
				FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023						
MAQUINA/EQUIPO: Compresor de aire - Horizontal				ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS						
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-CAV-9				MODELO DE MAQUINA: Invarsson						
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANALISIS DE CRITICIDAD						
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR
TRANSMISIÓN	✓			3	1	1	1	5	3	15
REGULADOR DE PRESIÓN	✓									
MANÓMETRO	✓									
MOTOR	✓									
BOTONES	✓									
PRESOSTATO	✓									
VÁLVULA		✓								
PURGADOR		✓								
GRUPO DE COMPRESIÓN	✓									NO CRITICO
RUEDAS	✓									

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: la valoración no resulta crítica debido a que se encuentra piezas de reemplazo en caso de existir alguna averiar, y en caso de pintar alguna parte de la maquinaria se puede reemplazar por el otro compresor.

Tabla 22.
Análisis de Criticidad de Amoladoras -DEWALT

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS			CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001							
				ELABORADO POR: VANESSA MACIAS							
				FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023							
				FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023							
MAQUINA/EQUIPO: AMOLADORAS				ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN							
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS							
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-PE-10 ; AP-PE-11				MODELO DE MAQUINA: DEWALT							
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR	
CABLE DE ALIMENTACIÓN	✓			1	1	1	8	10	2	20	
MANGO	✓										
CARCASA	✓										
MANGO AUXILIAR	✓										
TAPA DE INSPECCIÓN DE CARBONES	✓									NO CRITICA	
BOTÓN DE BLOQUEO DEL HUSILLO			✓								
PULSADOR	✓										

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: La media criticidad se debe a que estos equipos no cuentan con guardas y esto puede resultar en un accidente en caso de la ruptura de un disco de corte.

Tabla 23.

Análisis de Criticidad de Tronzadora DEWALT

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS						CÓDIGO: SSO-POB-MANT-001				
							ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
							FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023				
							FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023				
MAQUINA/EQUIPO: TRONZADORA DE METAL						ÁREA/PROCESO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023						RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS					
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AP-TM-12						MODELO DE MAQUINA: DEWALT					
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR	
CABLE DE ALIMENTACIÓN	✓			1	1	1	8	10	3	30	
GUARDA		✓									
MOTOR	✓										
BASE DE APOYO MÓVIL	✓										
AJUSTE RÁPIDO DE MATERIAL SIN LLAVE	✓										
GUÍA PIVOTANTE	✓									MEDIA CRITICIDAD	

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: En el CHECK LIST de verificación se encontró la guarda de seguridad en mal estado la cual es un determinante que puede causar accidentes.

Tabla 24.

Análisis de Criticidad de la Soldadoras, CEBORA

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS						CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001				
							ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
							FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023				
							FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023				
MAQUINA/EQUIPO: SOLDADORA MIG (2 EQUIPOS)						ÁREA/PROCESO: ÁREA DE SOLDADURA					
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023						RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS					
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AS-SM-13, 14						MODELO DE MAQUINA: CEBORA					
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR	
REDUCTOR DE PRESIÓN	✓			7	4	1	3	32	4	128	
CILINDRO CO2	✓										
GENERADOR			✓								
CABLE DE MAZA	✓										
PINZA DE MASA	✓										
SOPLETE			✓								
CABLE SOPLETE	✓										
BOTONES		✓								SITUACION CRITICA	

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: La valoración representa una situación crítica debido a que no se tiene un stock de repuesto que comúnmente fallarían, por lo tanto, retrasa los tiempos de producción y la calidad del producto se ve afectada.

Tabla 25.
Análisis de Criticidad de la Soldadora Eléctrica

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS						CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001				
							ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
							FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023				
							FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023				
MAQUINA/EQUIPO: SOLDADORA ELECTRICA						ÁREA/PROCESO: ÁREA DE SOLDADURA					
FECHA DE REVISIÓN: 01/02/2023						RESPONSABLE DE LA REVISIÓN: VANESSA MACIAS					
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN: AS-SE-15, 16						MODELO DE MAQUINA: INDURA - PTK 200 A					
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANALISIS DE CRITICIDAD							
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR	
MANIJA DE TRASLADO	✓			5	1	1	3	9	2	18	
CARCASA	✓										
BOTÓN DE ENCENDIDO	✓										
PERILLA DE AMPERAJE	✓										
CABLA DE MASA	✓										
PINZA DE MAZA			✓								
PINZA PORTA ELECTRODO	✓										
CABLE DE PORTA ELECTRODO		✓		NO CRITICA							

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Interpretación: La situación se muestra manera media crítica debido a que los fallos en las soldadoras son frecuentes, pero debido a la facilidad y disponibilidad de los repuestos el cambio se realiza de forma inmediata.

4.1.3.1. Maquinaria en Situación Crítica.

Mediante el análisis de criticidad se estableció una población crítica el cual puede ocasionar una parada significativa en los tiempos de la producción en la empresa TECNIAGRO, el método AMFE se aplicará a las máquinas que tienen un riesgo de situación crítica las cuales son:

- Torno LACFER
- Cortadora de Plasma
- Compresor Vertical
- Soldadora MIG (2 Máq.).

Maquinas en Media Criticidad.

- Torno Pinacho
- Tronzadora DEWALT

Tabla 26.

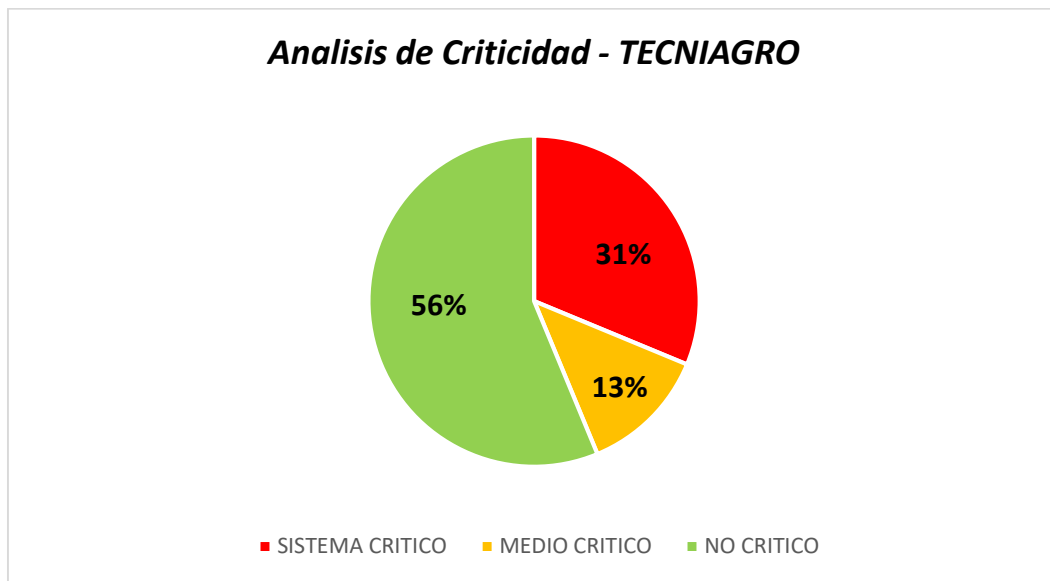
Análisis de Criticidad de las Maquinas de TECNIAGRO

NO CRITICA	56,25 %
MEDIA CRITICIDAD	12,5 %
SITUACIÓN CRITICA	31,3 %
TOTAL, DE MÁQUINA EVALUADA	100%

FUENTE: SITUACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE TECNIAGRO.

ELABORADO: VANESSA MACIAS 2023

Figura 4. Resultado de Análisis de Criticidad



FUENTE: ANÁLISIS DE CRITICIDAD

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Análisis: A través de la valoración de análisis de criticidad en las máquinas en el área de producción se determinó la situación actual de las máquinas las cuales mediante un diagrama estadístico que representa las máquinas en situación críticas que serán objeto de estudio para la evaluación AMFE

4.1.4. Fichas técnicas

Se realizó un formato para las máquinas/equipos que se encontraron en situación crítica y semi crítica el cual se reflejaron en el análisis de criticidad, se encuentran localizadas dentro del área de producción de la empresa Industrial TECNIAGRO, donde se recogió información de carácter técnico operativo y propiedades en general de un equipo o máquina en especial, este formato son basadas en el diseño del equipo o maquinaria tales como voltaje amperaje potencia relación de transmisión velocidad de trabajo etc.

Tabla 27.
Ficha técnica torno

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				PAGINA: 1/06 No: 01
	FICHA TÉCNICA				
EQUIPO/ MAQUINARIA:				FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA-EQUIPO HERRAMIENTA	
TORNO					
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
CÓDIGO	AM-TR-2				
MARCA	LACFER				
Nº DE SERIE	N/A				
MODELO	CR2-E250				
PROCEDENCIA	LEÓN- ESPAÑA				
ESTADO ACTUAL	FUNCIONANDO				
DIMENSIONES	LARGO 2000 mm	ANCHO 1020mm	ALTO 1500mm		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					COMPONENTES
POTENCIA	10 Cv		CORRIENTE	N/A	
VOLTAJE	220 v		CAPACIDAD	N/A	
AMPERAJE	9,6 A		FRECUENCIA		
PESO APROXIMADO	1250 Kg		VELOCIDAD	16 velocidades (18-1600 rpm)	

FUENTE: EMPRESA TECNIAGRO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 28.
Ficha técnica plasma de corte

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				PAGINA: 02/06 No: 2
		FICHA TÉCNICA				
EQUIPO/ MAQUINARIA:				FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA-EQUIPO HERRAMIENTA		
PLASMA DE CORTE						
CARACTERÍSTICAS GENERALES						
CÓDIGO	AP-PC-5					
MARCA	CEBORA					
Nº DE SERIE	N/A					
MODELO	PLASMA PROF 55 HF					
PROCEDENCIA	ESPAÑA					
ESTADO ACTUAL	FUNCIONANDO					
DIMENSIONES	LARGO	ANCHO	ALTO			
	51 CM	56 CM	77 CM			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					COMPONENTES	
POTENCIA	10 KW – 50 HZ		CORRIENTE	208/230 V	ANTORCHA CP161	
VOLTAJE	208/230 V		CAPACIDAD	N/A		
AMPERAJE	N/A		FRECUENCIA	N/A		
PESO APROXIMADO	63,5 KG		VELOCIDAD	N/A		

FUENTE: EMPRESA TECNIAGRO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 29.
Ficha técnica compresora de aire vertical estacionario

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				VERSIÓN: PAGINA: 03/06 No: 03		
	FICHA TÉCNICA						
EQUIPO/ MAQUINARIA:				FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA-EQUIPO HERRAMIENTA			
COMPRESOR DE AIRE VERTICAL ESTACIONARIO							
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
CÓDIGO	AP-CA-8						
MARCA	POWERMATE						
Nº DE SERIE	3500						
MODELO	CANBOLAT VERTRIEBS GMBH						
PROCEDENCIA	ESTADOS UNIDOS						
ESTADO ACTUAL	FUNCIONANDO						
DIMENSIONES	LARGO	ANCHO	ALTO				
	11,5 CM	13,5 CM	26 CM				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					COMPONENTES		
POTENCIA	1500 VATIOS		CORRIENTE	230 v	ACCESORIOS DE BOQUILLAS, MANGUERA, PISTOLA DE SOPLETEAR, KIT DE MANTENIMIENTO		
VOLTAJE	230 v		CAPACIDAD	50 LITROS			
AMPERAJE	N/A		FRECUENCIA	N/A			
PESO APROXIMADO	26 KG		VELOCIDAD	N/A			

FUENTE: EMPRESA TECNIAGRO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 30.

Ficha técnica soldadora MIG MAG 2

 TECNIAGRO		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				VERSIÓN:	
						PAGINA: 04/06	
		FICHA TÉCNICA				No:04	
EQUIPO/ MAQUINARIA:				FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA-EQUIPO HERRAMIENTA			
SOLDADORA MIG MAG 2							
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
CÓDIGO	AS-SE-16						
MARCA	CEBORA						
Nº DE SERIE	N/A						
MODELO	Soldador Cebora EVO 350 TC						
PROCEDENCIA	España						
ESTADO ACTUAL	Funcionando						
DIMENSIONES	LARGO	ANCHO	ALTO				
	542 mm	915 mm	795 mm				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					COMPONENTES		
POTENCIA	7,6 KWA - 220 A			CORRIENTE	220		
VOLTAJE	230- 400 v			CAPACIDAD	23,5 kva 40 % 16,6 kva 60 % 11,8 kva 100%		
AMPERAJE	35A - 400 A			FRECUENCIA	50 60 HZ		
PESO APROXIMADO	125 kg			VELOCIDAD	N/A		

FUENTE: EMPRESA TECNIAGRO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 31.

Ficha Técnica torno

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				PAGINA: 05/06 No: 06	
		FICHA TÉCNICA					
EQUIPO/ MAQUINARIA:				FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA-EQUIPO HERRAMIENTA			
TORNO							
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
CÓDIGO		AM-TR-1					
MARCA		PINACHO					
Nº DE SERIE		3500					
MODELO		L-1 / 200					
PROCEDENCIA		PARETS DEL VALLES BARCELONA - ESPAÑA					
ESTADO ACTUAL		FUNCIONANDO					
DIMENSIONES		LARGO	ANCHO	ALTO			
		2400 mm	1020 mm	1550mm			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					COMPONENTES		
POTENCIA		5,5 CV		CORRIENTE	220v	PLATO DE 3 GARRAS Ø 200mm PLATO Ø 400mm DE ARRASTRE TORRETA DE CAMBIO RAPIDO 4 PORTA HERRAMIENTAS	
VOLTAJE		220 v		CAPACIDAD	N/A		
AMPERAJE		N/A		FRECUENCIA	N/A		
PESO APROXIMADO		925 KG		VELOCIDAD	12-32-1800 rpm		

FUENTE: EMPRESA TECNIAGRO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 32.

Ficha técnica trozadora de metal

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		VERSIÓN: PAGINA: 06/06 No: 06	
		FICHA TÉCNICA			
EQUIPO/ MAQUINARIA:				FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA-EQUIPO HERRAMIENTA	
TRONZADORA DE METAL					
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
CÓDIGO	AP-TM-12				
MARCA	DEWALT				
Nº DE SERIE	D28715				
MODELO	14`				
PROCEDENCIA	PARETS DEL VALLES BARCELONA - ESPAÑA				
ESTADO ACTUAL	FUNCIONANDO				
DIMENSIONES	LARGO	ANCHO	ALTO		
	61CM	37,1 CM	42 CM		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				COMPONENTES	
POTENCIA	5,5 HP 2300 WATS 20A		CORRIENTE	110v	N/A
VOLTAJE	110 v		CAPACIDAD	N/A	
AMPERAJE	N/A		FRECUENCIA	N/A	
PESO APROXIMADO	15,8 KG		VELOCIDAD	4000 rpm	

FUENTE: EMPRESA TECNIAGRO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2. Análisis del Método A.M.F.E. Aplicado en las máquinas medias críticas y situación críticas

Para el Análisis Modal De Fallos Y Efectos (A.M.F.E.), se tomaron como objeto de estudios las maquinas en media crítica y situación Crítica.

4.2.1. Criterios De Evaluación AMFE – TECNIAGRO

Tabla 33.

Método AMFE Factor - Gravedad

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 originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara 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

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 34.

Método AMFE Factor - Frecuencia

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

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 35.
Método AMFE Factor - Detectabilidad

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

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2.2. Aplicación del método Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)

Mediante la valoración de análisis de criticidad se determinó cuáles son las máquinas que serán sometida al método AMFE, a través de la metodología aplicada se estableció los fallos que necesitan ser corregido para establecer un plan de acción, para identificar, clasificar y priorizar las acciones preventivas necesarias para garantizar la fiabilidad y seguridad de la máquina. El IPR (Indicie de Prioridad de Riesgo) es un cálculo que estima la urgencia de los fallos que precisan corrección, el índice se calcula a partir de la frecuencia de fallo, la gravedad y la detectabilidad del daño.

4.2.2.1. Evaluación A.M.F.E. Torno LACFER.

Tabla 36.

Método A.M.F.E - Torno LACFER

		AMFE DE PROYECTO		✓		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)							CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001				
		AMFE DE PROCESO											ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
		FECHA DE REVISIÓN: 8/02/2023											FECHA DE ELABORACIÓN: 07/02/2023				
MAQUINA	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL					ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA					
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL	F	G	D	IPR			ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR	
TORNO LACFER	1	Dificultad para realizar engranajes	Reproceso de la pieza	Cuchillas en mal estado	Ninguna	4	5	3	60	Cambiar las cuchillas periódicamente y tener un stock de las mismas	Gerencia / 30 dias	CUCHILLAS EN STOCK	4	5	1	20	
	2		Desperdicios	Desgaste en el husillo	Niguna	5	5	6	150	Revisar el estado del eje del husillo y verificar si no existe desgaste o fugas del mismo	Gerencia / 30 dias	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	5	5	1	25	

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2.2.2. Evaluación A.M.F.E. Cortadora de Plasma.

Tabla 37.

Método A.M.F.E - Cortadora de Plasma

		AMFE DE PROYECTO	✓	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)								CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001				
		AMFE DE PROCESO										ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
		FECHA DE REVISIÓN: 08/02/2023										FECHA DE ELABORACIÓN: 07/02/2023				
MAQUINA	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL				ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA					
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTA	F	G	D			IPR	ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IP
CORTADORA DE PLASMA	1	DIFICULTAD AL REALIZAR EL CORTE	CORTES DESALINEADOS	ANTORCHA EN MAL ESTADO	NINGUNA	6	9	6	324	CAMBIAR LA ANTORCHA CON UNA FRECUENCIA BI MENSUAL	GERENCIA / 30 DÍAS	UN MÍNIMO DE 6 ANTORCHAS EN STOCK, ESTABLECER REVISIONES PERIÓDICAS	4	9	1	36
	2	PERDIDA DE POTENCIA AL CORTA	MAYOR CONSUMO DE CO2	CONEXIÓN AL COMPRESOR EN MAL ESTADO	NINGUNA	8	6	6	288	REVISAR EL ESTADO DE LA CONEXIÓN AL CO2, Y CAMBIAR RETENEDORES, ACOPLS Y VÁLVULAS DE FORMA PERIÓDICA	GERENCIA / 30 DÍAS	ESTABLECER UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	4	6	1	24

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2.2.3. Evaluación A.M.F.E. Compresor Vertical.

Tabla 38.

Método A.M.F.E - Compresor Vertical

 TECNIAGRO		AMFE DE PROYECTO		✓	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)							CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001				
		AMFE DE PROCESO										ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
		FECHA DE REVISIÓN: 08/02/2023										FECHA DE ELABORACIÓN: 07/02/2023				
MAQUINA	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL					ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA				
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTA	F	G	D	IPR			ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR
COMPRESOR VERTICAL	1	PERDIDA DE PRESIÓN EN EL TANQUE	RETRASOS EN LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	FUGAS DE AIRE EN EL TANQUE	NINGUNA	5	9	8	360	REALIZAR PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE FORMA MENSUAL SEGÚN RECOMIENDE EL FABRICANTE	GERENCIA / 30 DÍAS	REVISIONES PERIODICAS AL ESTAO DE LA SOLDADURA DEL TANQUE	4	3	6	72

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2.2.4. Evaluación A.M.F.E. Soldadora MIG.

Tabla 39.

Método A.M.F.E – Soldadora MIG

 TECNIAGRO		AMFE DE PROYECTO		✓	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)					CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001						
		AMFE DE PROCESO								ELABORADO POR: VANESSA MACIAS						
		FECHA DE REVISIÓN: 08/02/2023								FECHA DE ELABORACIÓN: 07/02/2023						
MAQUINA	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL					ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA				
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTA	F	G	D	IPR			ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR
SOLDADORA MIG	1		SOLADURA CON POROSIDAD	ANTORCHA EN MAL ESTADO	NINGUNA	7	10	7	490	REALIZAR EL MANTENIMIENTO A LAS ANTORCHAS DE FORMA MENSUAL	GERENCIA / 30 DÍAS	STOCK DE AL MENOS 2 ANTORCHAS	4	10	3	120
	2	FALLAS EN LA CALIDAD DE LA SOLDADURA	SUELDA DEBIL	REGULADOR DE AMPERAJE CON FALLAS	NINGUNA	7	10	7	490	REALIZAR UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA	GERENCIA / 30 DÍAS	PLANIFICACIÓN DE REVISIÓN PREVENTIVA DE FORMA MENSUAL AL SISTEMA ELECTRICO DE LA MÁQUINA	4	10	3	120
	3	EXCESOS DE HUMO	EXPOSICIÓN A HUMOS METALICOS	NO EXISTE EPP	NINGUNA	8	2	7	112	DOTAR DE MASCARILLAS	GERENCIA / 30 DÍAS	DOTACIÓN DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (MASCARA 3M MEDICA CARA CON FILTROS PARA HUMOS METALICOS 2097)	4	2	1	8

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2.2.5. Evaluación A.M.F.E. Torno Pinacho.

Tabla 40.

Método A.M.F.E - Torno PINACHO

 TECNIAGRO		AMFE DE PROYECTO		✓	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)										CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001				
		AMFE DE PROCESO													ELABORADO POR: VANESSA MACIAS				
		FECHA DE REVISIÓN: 12/02/2023													FECHA DE ELABORACIÓN: 07/02/2023				
MAQUINA	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL					ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA							
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTA	F	G	D	IPR			ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR			
TORNA PINACHO	1	PERDIDA DE PRECISIÓN EL CORTE	REPROCESO	SISTEMA DE FRENADO EN MAL ESTADO	NINGUNA	3	6	6	108	REVISIÓN PERIODICA A LA BOBINA Y AL SISTEMA MECANICO	GERENCIA / 30 DÍAS	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	4	10	3	120			
	2	SISTEMA HIDRAULICO DEFECTUOSO	RETRASO EN LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	MANGUERAS EN MAL ESTADO	NINGUNA	3	6	6	108	REVISIÓN PERIODICA DEL SISTEM HIDRAULICO	GERENCIA / 30 DÍAS	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	4	10	3	120			

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2.2.6. Evaluación A.M.F.E. Tronzadora.

Tabla 41.

Método A.M.F.E – Tronzadora

 TECNIAGRO		AMFE DE PROYECTO	✓	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)							CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001					
		AMFE DE PROCESO									ELABORADO POR: VANESSA MACIAS					
		FECHA DE REVISIÓN: 12/02/2023									FECHA DE ELABORACIÓN: 07/02/2023					
MAQUINA	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL					ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA				
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTA	F	G	D	IPR			ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR
TRONZADORA	1	PERDIDA DE POTENCIA	RETRASOS CONSIDERABLES EN LA PRODUCCIÓN	DESGASTE EN LOS CARBONES	NINGUNA	1	6	3	18	CAMBIAR CARBONES CADA 3 MESES	GERENCIA / 30 DÍAS	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTICO	1	6	2	12

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.2.3. Resultado global del método AMFE (Índice de Priorización del Riesgo)

A través del método AMFE se obtuvieron características y condiciones son prioridad para su corrección y para el levantamiento de un plan de acción, el plan de acción tiene que ser basado en técnicas de mantenimiento preventivo maximizando así la eficiencia de la producción de forma considerable. El plan de mantenimiento preventivo debe enfocarse en las partes móviles y fijas y componentes eléctricos, se debe implementar el proceso de observación periódicas a estas maquinarias.

Tabla 42.

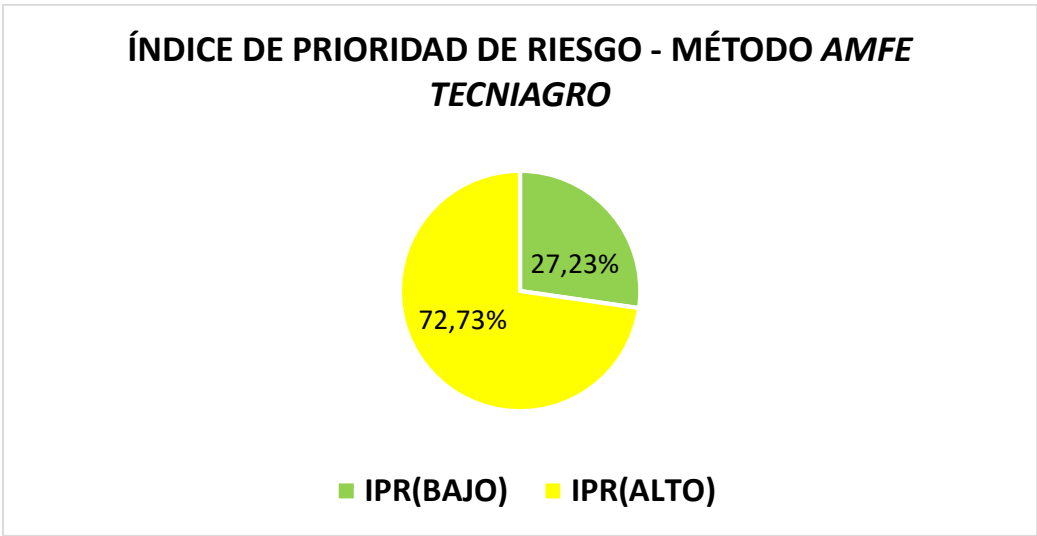
Índice de Prioridad de Riesgo - Método AMFE TECNIAGRO

MÉTODO AMFE (TECNIAGRO)	
IPR (BAJO)	IPR (ALTO)
27,23 %	72,73%

FUENTE: ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGO.

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Figura 5. Índice De Prioridad De Riesgo



ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Mediante la valoración del método AMFE se obtuvo el 72.73% de fallos que necesitan un plan de acción y medidas correctivas, las características estos fallos se reflejan en los tiempos

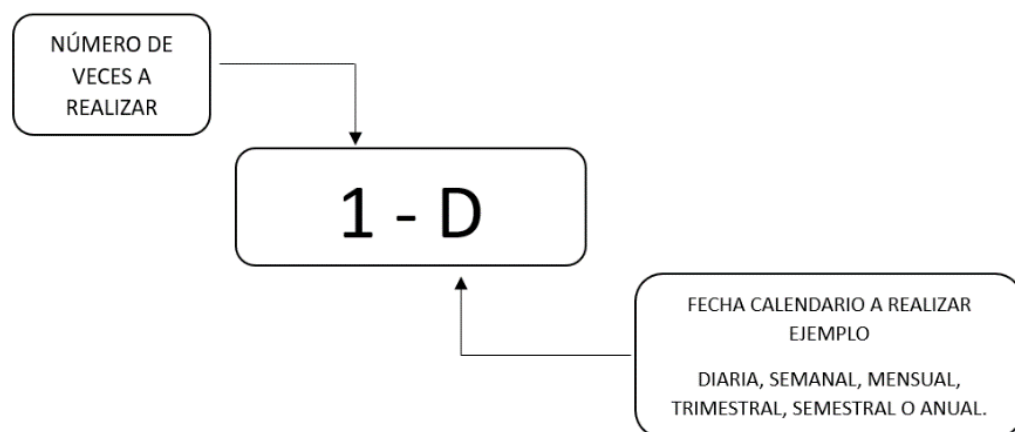
de producción que se extienden cuando se realiza el mantenimiento correctivo y se hace el paro de la máquina, en la calidad debido a que estas máquinas son esenciales para la fabricación de componentes metal-mecánicos milimétricamente diseñados para la elaboración de las maquinarias agrícolas.

4.3. Propuesta de Plan de Mantenimiento TECNIAGRO

El objetivo de una serie de actividades de mantenimiento es establecer medidas preventivas para minimizar las posibles fallas y daños de las máquinas durante el proceso de producción. Mediante la gama de mantenimiento se establecen acciones preventivas utilizando componentes, materiales y duración del mantenimiento.

Para la elaboración de la frecuencia de los mantenimientos se establece la siguiente nomenclatura

Figura 10. Nomenclatura de la Frecuencia de Acción



ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Mediante esta nomenclatura se establece una la periodicidad de los mantenimientos preventivos mediante la realización, los cuales serán establecidas como frecuencia de acción.

Tabla 43.

Frecuencia de acción

FRECUENCIA DE ACCIÓN	
CODIFICACIÓN	FRECUENCIA
1D	Diario
1S	Semanal
1M	Mensual
3M	Trimestral
6M	Semestral
1A	Anual

FUENTE: GAMA DE MANTENIMIENTO

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 44.

Gama de mantenimiento Torno LACFER

		TECNIAGRO								
		GAMAS DE MANTENIMIENTO								
DENOMINACIÓN:		TORNO			MARCA:		LACFER		GAMA Nº	1
CÓDIGO:		AM-TR-01								
Nº	COMPONENTE	ACTIVIDADES	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES
			1D	1S	1M	3M	6M	1A		
1	EJE DE HUSILLO	LUBRICACIÓN DEL EJE Y RODAMIENTOS							40 MIN.	GRASA TÉRMICA, ACEITE 140 KIT DE HERRAMIENTAS
2	CUCHILLAS DEL TORNO	CAMBIO DE CUCHILLAS							30 MIN.	CUCHILLAS. KIT DE HERRAMIENTAS

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 45.

Gama de mantenimiento Cortadora Plasma CEBORA

		TECNIAGRO								
		GAMAS DE MANTENIMIENTO								
DENOMINACIÓN:		CORTADORA DE PLASMA			MARCA:		CEBORA		GAMA N°	2
CÓDIGO:		AP – PC -5								
N°	COMPONENTE	ACTIVIDADES	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES
			1D	1S	1M	3M	6M	1A		
1	ANTORCHA	VERIFICACIÓN Y LIMPIEZA							30 MIN.	WAIPE Y TINNER
2	CONEXIÓN ELECTRICA	LIMPIEZA							30 MIN.	LIMPIA CONTACTOS

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 46.

Gama de mantenimiento Compresor Vertical Powermate

		TECNIAGRO								
		GAMAS DE MANTENIMIENTO								
DENOMINACIÓN:		COMPRESOR VERTICAL			MARCA:		POWERMATE		GAMA N°	3
CÓDIGO:		AP – CAV - 9								
N°	COMPONENTE	ACTIVIDADES	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES
			1D	1S	1M	3M	6M	1A		
1	TANQUE DE COMPRESOR	PRUEBA HIDROESTATICA							1 H.	LISTA DE VERIFICACIÓN
		REVISIÓN DE CONEXIÓN								PROVEEDOR EXTERNO

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 47.

Gama de mantenimiento Soldador MIG

		TECNIAGRO								
		GAMAS DE MANTENIMIENTO								
DENOMINACIÓN:		SOLDADORA MIG			MARCA:		CEBORA		GAMA N°	4
CÓDIGO:		AS-SM-13			AS – SM - 14					
N°	COMPONENTE	ACTIVIDADES	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES
			1D	1S	1M	3M	6M	1A		
1	ANTORCHA	CAMBIO							30 MIN	ANTORCHA
2	SISTEMA ELECTRICO	LIMPIEZA DEL SISTEMA ELECTRICO							30 MIN	LIMPIA CONTACTO

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 48.

Gama de mantenimiento Trozadora Dewalt

		TECNIAGRO								
		GAMAS DE MANTENIMIENTO								
DENOMINACIÓN:		TROZANDORA			MARCA:		DEWALT		GAMA N°	5
CÓDIGO:		AP-TM-12								
N°	COMPONENTE	ACTIVIDADES	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES
			1D	1S	1M	3M	6M	1A		
1	TRONZADORA	CAMBIO DE CARBONES; VERIFICACIÓN DEL COLECTOR							30 MIN.	CARBONES KIT DE HERRAMIENTA

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

Tabla 49.

Gama de mantenimiento Torno PINACHO

		TECNIAGRO								
		GAMAS DE MANTENIMIENTO								
DENOMINACIÓN:		TORNO			MARCA:		PINACHO		GAMA Nº	6
CÓDIGO:		AM-TR-2								
Nº	COMPONENTE	ACTIVIDADES	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES
			1D	1S	1M	3M	6M	1A		
1	SISTEMA DE FRENADO	LIMPIEZA DE BOBINA ELECTRICA							1 H.	LIMPIA CONTACTOS, KIT DE HERRAMIENTAS
2	MANGUERAS	REEMPLAZO DE MAGUERAS							30 MIN.	MANGUERAS, KIT DE HERRAMIENTAS

ELABORADO POR: VANESSA MACIAS 2023

4.3.1. Plan de mantenimiento preventivo anual TECNIAGRO

Tabla 50.

Plan de mantenimiento preventivo anual

 			TECNIAGRO																																																	
			PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
MÁQUINA / EQUIPO	COMPONENTES	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	DURACIÓN	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
					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								
TORNO – LACFER	EJE DE HUSILLO	LUBRICACIÓN DEL EJE Y RODAMIENTOS	1S	40 min																																																
	CUCHILLAS DEL TORNO	CAMBIO DE CUCHILLOS	1 M	30 min																																																

Discusión.

Para realizar esta evaluación se establecieron 2 criterios de análisis cuantitativos y cualitativos los cuales fueron un análisis de criticidad y el método AMFE estos dos análisis fueron primordiales para determinar el grado de prioridad para la corrección de factores que influyen directamente en los tiempos y en la calidad del producto.

A través de los análisis y la valoración de las máquinas del área de producción se determina la necesidad de aplicar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa TECNIAGRO S.A. basándonos en los elementos más críticos para la estructuración del mismo.

Esta investigación se relaciona con el criterio de varios autores, entre ellos Serrano Byron en sus tesis (*Implementación de un plan de mantenimiento integral para las diferentes líneas de producción de la empresa PLANTABAL, Santo Domingo – 2021*)., en el cual evalúa el impacto de la falta de un plan de mantenimiento mediante el autor realiza un análisis de criticidad a las máquinas de que intervienen en los diferentes procesos productivos y propone una acción correctiva la cual se direcciona en establecer un plan de mantenimiento predictivo y preventivo.

En fin, de obtener resultados favorables para mejorar la productividad de la empresa TECNIAGRO la estructura de la propuesta del plan de mantenimiento se basa en:

- Las actividades a realizar en dependencia al factor de corrección y de la máquina
- La frecuencia del mantenimiento a través de una planificación.
- Materiales y herramientas para su ejecución.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Después de culminar las valoraciones iniciales mediante el método de criticidad se obtienen lo siguiente:

- Con la aplicación del Check List de Verificación se Recopila las características y partes de la maquinaria del área de producción, Con esta evaluación, se ha obtenido información valiosa sobre el estado de las máquinas y equipos en la empresa, lo que permitirá desarrollar un plan de mantenimiento preventivo eficiente y adecuado a las necesidades específicas de la empresa TECNIAGRO. Este plan garantizará la fiabilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos de producción, minimizando los riesgos de fallos imprevistos y, por ende, reduciendo los costos asociados a la reparación de emergencia.

El resultado de la valoración de criticidad se debe a diferentes factores como la frecuencia de daño, el coste de mantenimiento correctivo y el impacto en el medio ambiente higiene y seguridad, siendo los factores específicos de daños de piezas móviles y fijas.

- La valoración del método análisis modal de fallos y efecto (AMFE) mediante el resultado obtenido de índice de prioridad de riesgo se obtuvo que más 72,73% de estas anomalías que generan un impacto directo en los tiempos de producción y repercuten directamente en la calidad del producto haciendo que este baje la calidad y tenga un impacto significativo en las ventas de la empresa. La mayoría de estos fallos precisa en componentes eléctricos, piezas fijas y móviles de las máquinas del área de producción.
- Basado en el resultado del método AMFE se elabora un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas del área de producción. Se generó una programación de actividades y tareas tales como la verificación periódica, se propuso implementar un cronograma anual donde se designe el responsable de ejecutar las acciones preventivas del plan de mantenimiento en las máquinas que se encuentran en situación crítica y media crítica.

5.2. Recomendaciones

- En base al primer resultado se recomienda realizar un CHECK LIST de verificación se sugiere realizar la evaluación de forma periódica, con el fin de asegurar que los equipos se mantengan en óptimas condiciones de funcionamiento y reducir el riesgo de fallas críticas que puedan afectar la producción y la seguridad de los trabajadores.
- Mediante la valoración de la metodología análisis modal de fallos y efectos (AMFE), se determinaron los índices de prioridad a corregir, por lo tanto, se debe contar con un stock de repuestos para las máquinas más críticas con la finalidad de reducir los tiempos que se emplean al momento de solicitar estas piezas a los proveedores.
- Tomando en cuenta los lineamientos y resultados de esta presente investigación la empresa TECNIAGRO debe considerar implementar la propuesta del plan de mantenimiento preventivo la misma que puede reducir significativamente los paros generados por trabajos correctivos en las máquinas.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- ADIMRA. (2019). Sector metalmecánico Guía para una producción sustentable. *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Presidencia De La Nación*.
<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia-metalmecanica.pdf>
- Administración Del Mantenimiento Industrial - Roberto Bravo - Google Libros*. (n.d.). Retrieved January 25, 2023, from <https://books.google.com.ec/books?id=KZHWH8mzUngC&pg=PA68&dq=principios+del+mantenimiento+industrial&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj70uSp2-L8AhVrSTABHYEUASMQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=principios+del+mantenimiento+industrial&f=false>
- Administracion Y Planificacion de Maquinaria Agricola - Google Libros*. (2005). https://books.google.com.ec/books?id=k2pgE88i6ngC&pg=PA76&dq=vida+util+de+maquina&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjNj_ie3eb8AhXBSjABHTESAFYQ6AF6BAgDEAI#v=onepage&q=vida+util+de+maquina&f=false
- Altmann, C. (2008). *Las Técnicas de Monitoreo de Condición , como herramienta del Mantenimiento Proactivo*. 1–9.
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/tecnicas-monitoreo.pdf>
- AMFE: Definición, Pasos, Tipos y Herramientas | *SafetyCulture*. (n.d.). Retrieved January 29, 2023, from <https://safetyculture.com/es/temas/amfe/>
- Arreaga, J. (2021). *Diseño de un molino industrial para la molienda y descascarado del cacao*. 1, 1–147.
- Brier, J., & lia dwi jayanti. (2020). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. (Vol. 21, Issue 1). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Cardona, C., & Restrepo, A. (2013). Herramientas de control: Lista de Chequeo. *Puntos de Encuentro*, 1–11. www.puntosdeencuentro.weebly.com
- Chang, E. (2008). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, 0–93.
<http://hdl.handle.net/10757/273470>

- Cinco ventajas de la mecanización en la agricultura* | Mitsui New Holland. (n.d.). Retrieved January 31, 2023, from <https://newhollandmitsui.com/agricultura/cinco-ventajas-de-la-mecanizacion-en-la-agricultura/>
- Crespo, A., & Parra, C. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos* - Carlos Parra, Adolfo Crespo - Google Libros. https://books.google.com.ec/books?id=8xsnQ1aMg2gC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=snippet&q=Factor en &f=false
- DE DIOS, C. A. (1996). Secado De Granos Y Secadoras Fao. *Secado de Granos y Secadoras*, Capítulo II. <https://www.fao.org/3/x5028s/X5028S08.htm>
- Desgranadora para maíz* | Definición, funcionamiento, modelos | Raiker. (n.d.). Retrieved February 6, 2023, from <https://ideasraiker.mx/desgranadora-para-maiz-definicion-funcionamiento-modelos/>
- Estrategias de mantenimiento*. (n.d.). Retrieved January 25, 2023, from <https://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/secciones-ing-mto/mantenimiento/estrategias-de-mantenimiento>
- Fernandez Cabañas Manes, Garcia Melero Manuel, Alonso Orcajo Gonzalo, Cano Rdz Jose Manuel, & Solares Sariago Juan. (1998). *Técnicas para el mantenimiento diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas* - Manés Fernández Cabanas - Google Libros (Vol. 1). <https://books.google.com.ec/books?id=X3p4bZfoqgEC&pg=PA1&dq=principios+del+mantenimiento+industrial&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj70uSp2-L8AhVrSTABHYEUASMQ6AF6BAGHEAI#v=onepage&q=principios del mantenimiento industrial&f=false>
- García Garrido Santiago. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento* - Santiago García Garrido - Google Libros (pp. 1–1). https://books.google.com.ec/books?id=PUovBdLi-oMC&printsec=frontcover&dq=que+es+un+plan+de+mantenimiento&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- González Fernández, F. J. (2015). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. - Francisco Javier González Fernández - Google Libros. https://books.google.com.ec/books?id=OzwXOAKv_QAC&pg=PA258&dq=principi

os+del+mantenimiento+industrial&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj70uSp2-L8AhVrSTABHYEUASMQ6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=principios del mantenimiento industrial&f=false

La contratación del mantenimiento industrial: Procesos de externalización ... - Santiago García Garrido - Google Libros. (n.d.). Retrieved January 25, 2023, from <https://books.google.com.ec/books?id=uHwbkryXvWAC&pg=PA67&dq=Técnicas+predictivas+mantenimiento&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjOrOn2iT8AhXiRzABHSmiAXAQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=Técnicas predictivas mantenimiento&f=false>

Maquinas Agroindustriales - Maquinas Agrícolas ? Peruminox ? (n.d.). Retrieved January 26, 2023, from <https://peruminox.pe/>

MCP D y MCP S - PLANSIFTER | EMBALAJE | EQUIPOS PARA TRIGO | Productos | Zaccaria - Máquinas para beneficiamiento de Arroz, Milho e Outros Cereais. (n.d.). Retrieved February 6, 2023, from <https://www.zaccaria.com.br/site/esp/produtos-detalhes/7/plzi1m-zaranda-para--limpieza-de-cereales-->

Ministerio del Trabajo. (2003). REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES. *Registro Oficial* 565, 1–71. www.lexis.com.ec

Puesta en marcha del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). SEAG0211 - Luis Antonio Dorantes Arjona - Google Libros. (n.d.). Retrieved January 29, 2023, from <https://books.google.com.ec/books?id=GD5wEAAAQBAJ&pg=PT182&dq=Concepto+de+accion+correctiva&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiUqczww-j8AhUIRDABHXHYECesQ6AF6BAgHEAI#v=onepage&q=Concepto de accion correctiva&f=true>

Rey Sacristán, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa.* https://books.google.com.ec/books?id=zyYz3HkcdXoC&printsec=frontcover&dq=Ficha+del+mantenimiento+preventivo&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Ficha del mantenimiento preventivo&f=false

Salinas Romero, O. F. (2017). *Universidad Libre Facultad de ingeniería Ingeniería Mecánica Proyecto de Grado CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL DE ALEACIONES NI-*.

Sols Alberto. (2000). *Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad: un enfoque sistémico* - Alberto

Sols - Google Libros (Vol. 1).
[https://books.google.com.ec/books?id=rpfiMPXDhU4C&pg=PA323&dq=analisis+de+criticidad&hl=es&sa=X#v=onepage&q=analisis de criticidad&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=rpfiMPXDhU4C&pg=PA323&dq=analisis+de+criticidad&hl=es&sa=X#v=onepage&q=analisis+de+criticidad&f=false)

Tecnología del mantenimiento industrial - Félix Cesáreo Gómez de León - Google Libros.
(n.d.). Retrieved January 25, 2023, from
[https://books.google.com.ec/books?id=bOrFC3532MEC&pg=PA25&dq=tipos+de+mantenimiento&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi969yH-uP8AhXujLAFHW8-ArAQ6AF6BAGGEAI#v=onepage&q=tipos de mantenimiento&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=bOrFC3532MEC&pg=PA25&dq=tipos+de+mantenimiento&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi969yH-uP8AhXujLAFHW8-ArAQ6AF6BAGGEAI#v=onepage&q=tipos+de+mantenimiento&f=false)

Varma, C., & Ciudad, D. E. L. A. (2022). *Tutor: Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa AMBATO - ECUADOR Enero - 2022.*

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Visita técnica al área de producción



Anexo 2. Entrevista al gerente propietario



Anexo 4. Inspección a las máquinas



Anexo 3. Inspección al equipo de trabajo



Anexo 5. Formato de la ficha técnica

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			VERSIÓN: PAGINA: / No:			
	FICHA TÉCNICA						
EQUIPO/MAQUINARIA:		FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA-EQUIPO HERRAMIENTA					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
CÓDIGO							
MARCA							
Nº DE SERIE							
MODELO							
PROCEDENCIA							
ESTADO ACTUAL							
DIMENSIONES	<table border="1"> <tr> <td>LARGO</td> <td>ANCHO</td> <td>ALTO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				LARGO	ANCHO	ALTO
LARGO	ANCHO	ALTO					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			COMPONENTES				
POTENCIA		CORRIENTE					
VOLTAJE		CAPACIDAD					
AMPERAJE		FRECUENCIA					
PESO APROXIMADO		VELOCIDAD					

Anexo 6. Formato de chek lis método AMFE

	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE MÁQUINARIAS Y EQUIPOS			CÓDIGO: SSO-POB-MANT-001						
				ELABORADO POR: VANESSA MACIAS						
				FECHA DE ELABORACIÓN: 31/01/2023						
				FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31/01/2023						
MAQUINA/EQUIPO:				ÁREA/PROCESO:						
FECHA DE REVISIÓN:				RESPONSABLE DE LA REVISIÓN:						
NÚM. DE ACTIVO / CODIFICACIÓN:				MODELO DE MAQUINA:						
ITEMS	ESTADO DE LOS COMPONENTES			ANALISIS DE CRITICIDAD						
	BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR

Anexo 7. Formato del análisis de fallos y efectos

		AMFE DE PROYECTO		✓	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)					CÓDIGO: PRG-MANT-PREV-001					
		AMFE DE PROCESO								ELABORADO POR: VANESSA MACIAS					
		FECHA DE REVISIÓN: 8/02/2023								FECHA DE ELABORACIÓN: 07/02/2023					
MAQUINA	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL				ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA				
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL	F	G	D			IPR	ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D

Anexo 8. Formato de mantenimiento

		TECNIAGRO									
		GAMAS DE MANTENIMIENTO									
DENOMINACIÓN:							MARCA:			GAMA N°	
CÓDIGO:											
N°	COMPONENTE	ACTIVIDADES	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES	
			1D	1S	1M	3M	6M	1A			