



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE MECÁNICA

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA
EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR, EN LA
CIUDAD QUITO-ECUADOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros Mecánicos

**AUTORES: RENÉ DAVID FLORES MANZANO
JASSON ELIAN ROBLES MEZA**

TUTOR: LEONIDAS ESTEBAN RAMÍREZ GANGOTENA

Quito – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, René David Flores Manzano con documento de identificación N° 1750840058 y Jasson Elian Robles Meza con documento de identificación N° 2100793955; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 10 de julio del año 2024

Atentamente,

René David Flores Manzano

1750840058

Jasson Elian Robles Meza

2100793955

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, René David Flores Manzano con documento de identificación No. 1750840058 y Jasson Elian Robles Meza con documento de identificación No. 2100793955 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores de la Propuesta tecnológica: “Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo, para el área de producción de la empresa Industrial RFR, en la ciudad Quito-Ecuador”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de julio del año 2024

Atentamente,

René David Flores Manzano

1750840058

Jasson Elian Robles Meza

2100793955

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Leonidas Esteban Ramírez Gangotena con documento de identificación N° 1717176356, docente de la Universidad, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR, EN LA CIUDAD QUITO-ECUADOR, realizado por René David Flores Manzano con documento de identificación N° 1750840058 y por Jasson Elian Robles Meza con documento de identificación N° 2100793955, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Propuesta Tecnológica que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de julio del año 2024

Atentamente,



Ing. Leonidas Esteban Ramírez Gangotena

1717176356

DEDICATORIA

Quiero dedicar este presente trabajo de titulación en primer lugar a Dios por darme la fortaleza y conocimiento necesario por poder terminar el presente trabajo, a mis padres que con su amor incondicional a lo largo de este camino supieron guiarme y apoyarme en las buenas y en las malas dentro de mi vida estudiantil y personal, quiero expresar mi enorme gratitud hacia ellos por impulsarme para llegar hasta aquí a esta meta que siempre he anhelado, por confiar en mí y por siempre estar de una u otra forma pendientes de mi bienestar en todos los aspectos. Los amo padres.

A mi hermana, que es uno de mis ejemplos a seguir y que siempre me ha incentivado la necesidad de conseguir lo que quiero y aspiro.

A mi familia y amigos que con su carisma y buena onda de siempre me ayudaron a mantener los ánimos en este camino.

También quiero dedicar a mi tutor de tesis, el Ingeniero Esteban Ramírez, y mis profesores que me impartieron sus sabios conocimientos para poder ser una buena persona y un excelente profesional.

A la empresa Industrial RFR por habernos abierto las puertas para poder desarrollar este importante tema y haber confiado en nuestras capacidades profesionales.

René David Flores M.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón este trabajo de titulación a mi madre Sandra Meza, quien ha sido mi luz, mi amor y mi fuente de inspiración durante toda mi vida, quien me daba su bendición todos los días antes de salir de la casa, quien me ha enseñado con su ejemplo los sacrificios que uno debe hacer para lograr sobresalir en la vida y quien me ha guiado a ser la persona que soy ahora. Aquella mujer que ha visto mis desveladas y siempre me brindo todo su apoyo en las circunstancias más difíciles que uno puede pasar como estudiante, la mujer que siempre estuvo apoyándome en mis decisiones y me hacía diferenciar que era lo correcto. Con todo el amor y cariño le dedico este trabajo a ella, quien puso su voto de confianza en mí y ahora ve los resultados que yo he obtenido por ella. A ti madre querida te debo todo lo que hiciste por mí, y espero que la vida me alcance para poder pagarte todo lo que has hecho durante mi corta vida. También dedico este trabajo a mis abuelitos y tíos que se encuentran en Shushufindi, que siempre me han brindado un apoyo incondicional en cada momento que he pasado con ellos desde que era un niño.

A mi pareja Irene Pasquel, le dedico este trabajo de titulación por haber sido mi pilar, mi confidente, mi amiga, mi ayudante y cómplice, mi soporte emocional durante esta última parte de mi carrera, quien me ha brindado sus palabras de aliento en cada trabajo. Aquella chica que confió en mi para ser mejor persona, y quien me ha brindado un amor único en mis momentos de oscuridad. La chica quien supo entender y comprenderme en mis momentos de angustia, quien estuvo a mi lado e hizo florecer una parte de mí que no conocía. Te amo.

A mis mejores y grandes amigos, Mayte Pallo por haber sido mi confidente desde el primer semestre, quien encontró en mí el significado de la lealtad y honestidad en nuestra amistad, quien supo aconsejarme desde su punto de vista femenino y quien demostró ser una hermana para mí por el orgullo y cariño que me ha brindado durante mi formación académica. A mi bebe Willian Valarezo por brindarme su apoyo como hermano y con quien he compartido momentos de júbilo, pero también momentos emotivos desde que éramos voluntarios en las misiones salesianas, no me alcanza las palabras para expresar todos los momentos que hemos vivido, pero te dedico mi trabajo por haber sido una pieza valiosa durante mi formación como profesional.

Jasson Elian

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme bendecido a lo largo de esta trayectoria universitaria, así como la adquisición de conocimientos y la madurez necesaria para tomar con responsabilidad esta maravillosa carrera de Ingeniería Mecánica.

A mis padres que son mi pilar y mi inspiración para cumplir mis metas y sueños. Gracias por su constante apoyo, paciencia interminable, amor infinito y por creer siempre en mí. Esta tesis es tanto suya como mía porque sin ustedes nada de esto habría sido posible.

También a todos los que componen y forman parte de este camino familiares, profesores, colegas, amigos y compañeros los cuales día tras día mostraron su afecto incondicional en las aulas para poder llegar hasta aquí y culminar mi carrera con éxito.

Quiero expresar mi reconocimiento y agradecimiento a nuestro tutor el Ing. Esteban Ramírez que, con su ayuda, sus conocimientos, su paciencia y consejos, nos ha ayudado a concluir nuestro proyecto de tesis.

A la empresa Industrial RFR, al propietario y a los operarios de esta, por su colaboración en la ejecución de este trabajo de titulación y por habernos brindado todas las facilidades necesarias para la realización de este trabajo de titulación.

A mi compañero de tesis, amigo y colega Elian Robles que en el transcurso de este ciclo estudiantil y en este semestre supo demostrar su amistad sin fronteras, brindar apoyo para la realización y culminación de este documento y por consecuente la finalización de esta etapa estudiantil.

To Marra, I want to express my gratitude for your constant support and patience throughout this journey.

René David Flores M.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a Dios y María Auxiliadora, quienes han sido mis protectores durante mi educación. A Don Bosco por influenciar en mi vida el carisma salesiano que tanto lo identifica. A mi madre por haberme dado la sabiduría necesaria para afrontar la vida y no decaer. A mi padre quien me brindo su apoyo económico durante mi educación. También agradezco al equipo de la pastoral del campus sur por brindarme oportunidades que ayudaron a fortalecer mis experiencias litúrgicas y pastorales.

Agradezco de una manera muy especial al Ing. Esteban Ramírez por la orientación y paciencia durante la elaboración de este trabajo de titulación, quien nos brindó de su tiempo y ayuda para llevar adelante nuestro trabajo, impartiendo sus conocimientos con nosotros.

Agradezco también a la empresa Industrial RFR por la colaboración de sus instalaciones y quienes permitieron tener acceso a la información valiosa para el desarrollo del plan de mantenimiento.

Finalmente, quiero agradecer a mi gran amigo y compañero René Flores por permitirme ser parte de este trabajo de titulación, con quien he compartido una larga formación académica y personal. Gracias por las experiencias únicas que hemos compartido desde que iniciamos la carrera. No tengo palabras para agradecer todo lo que hemos vivido y que nos llevaron a ser las personas que somos ahora.

Jasson Elian

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxi
RESUMEN	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUCCIÓN	1
Problema.....	3
Justificación	3
Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	4
Alcance	4
CAPÍTULO I	5

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	5
1.1. Estado del arte.....	5
1.2. Generalidades del mantenimiento	7
1.2.1. Mantenimiento	7
1.2.2. Importancia del mantenimiento en la industria	8
1.2.3. Objetivos y propósito del mantenimiento.....	8
1.3. Mantenimiento preventivo	10
1.4. Desarrollo del mantenimiento preventivo	11
1.4.1. Definición y criterios de criticidad.....	11
1.4.2. Análisis de modos y efectos de fallo	13
1.4.3. Métodos para establecer frecuencias de mantenimiento.....	14
1.4.4. Importancia de la capacitación en los empleados.....	15
1.5. Clasificación del mantenimiento preventivo	15
1.5.1. Mantenimiento planificado	15
1.5.2. Mantenimiento predictivo	16
1.5.3. Mantenimiento centrado en la fiabilidad	16
1.5.4. Mantenimiento basado en el riesgo	16
1.5.5. Mantenimiento productivo total.....	16
1.6. Programación del mantenimiento preventivo.....	17
1.7. Limitaciones del mantenimiento preventivo	17
1.8. Máquinas herramientas	17
1.8.1. Torno convencional	19
1.8.2. Fresadora vertical.....	20
1.8.3. Paletera	21

1.8.4.	Autógena.....	22
1.8.5.	Sierra de corte.....	22
1.8.6.	Compresor.....	23
1.8.7.	Soldadoras.....	24
CAPÍTULO II.....		28
SITUACIÓN ACTUAL E IDENTIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS PERTENECIENTES A LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR.....		28
2.1.	Valoración situacional de la empresa Industrial RFR.....	28
2.1.1.	Descripción de la empresa.....	28
2.1.2.	Visión de la empresa Industrial RFR.....	29
2.1.3.	Misión de la empresa Industrial RFR.....	29
2.1.4.	Dimensión empresarial.....	29
2.2.	Listado de las máquinas pertenecientes a la producción de la empresa Industrial RFR.....	30
2.3.	Codificación de las máquinas pertenecientes a la empresa Industrial RFR.....	30
2.4.	Secciones de las máquinas pertenecientes a la empresa Industrial RFR.....	33
2.4.1.	Sección de máquinas torno.....	33
2.4.2.	Sección de máquinas fresadoras.....	35
2.4.3.	Sección de máquinas soldadoras.....	37
2.4.4.	Sección de máquina compresor.....	38
2.4.5.	Sección de máquinas prensa hidráulica.....	39
2.4.6.	Sección de máquina sierra.....	39
2.4.7.	Sección de máquina taladros.....	40
2.5.	Servicios que brinda la empresa Industrial RFR.....	41
2.5.1.	Servicio de torno.....	41

2.5.2.	Servicio de fresadora.....	43
2.5.3.	Servicio de prensa hidráulica	44
2.5.4.	Servicio de soldaduras especiales	45
CAPÍTULO III.....		47
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR.....		47
3.1.	Análisis de criticidad de las máquinas vinculadas a la empresa Industrial RFR.....	47
3.1.1.	Evaluación de criticidad para la sección de máquinas torno	50
3.1.2.	Evaluación de criticidad para la sección de máquinas fresadora	53
3.1.3.	Evaluación de criticidad para la sección de máquinas soldadoras	55
3.1.4.	Evaluación de criticidad para la sección de máquina compresor.....	59
3.1.5.	Evaluación de criticidad para la sección de prensa hidráulica	60
3.1.6.	Evaluación de criticidad para la sección de máquina sierra.....	62
3.1.7.	Evaluación de criticidad para la sección de taladros	63
3.2.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en las máquinas de la empresa Industrial RFR	65
3.2.1.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Tornos	67
3.2.2.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Fresadoras	67
3.2.3.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Soldadoras	68
3.2.4.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección del compresor.....	69
3.2.5.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Prensa Hidráulica	70
3.2.6.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Prensa Hidráulica	70
3.2.7.	Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Taladros.....	71
3.3.	Documentación para implementarse en la empresa Industrial RFR	72
3.3.1.	Fichas técnicas	74

3.3.2.	Solicitud de trabajo	75
3.3.3.	Órdenes de trabajo	76
3.3.4.	Hoja de procedimientos	77
3.4.	Actividades y tareas de mantenimiento en la empresa Industrial RFR	78
3.4.1.	Actividades de mantenimiento para la sección de tornos	78
3.4.2.	Actividades de mantenimiento para la sección de fresadoras	80
3.4.3.	Actividades de mantenimiento para la sección de soldadoras	82
3.4.4.	Actividades de mantenimiento para la sección de compresor	83
3.4.5.	Actividades de mantenimiento para la sección de prensa hidráulica	83
3.4.6.	Actividades de mantenimiento para la sección de sierra de corte	85
3.4.7.	Actividades de mantenimiento para la sección de taladros	86
3.5.	Diagrama de distribución y contabilidad de stock de la empresa Industrial RFR	87
3.5.1.	Diagrama de distribución	87
3.5.2.	Contabilidad de stock de partes y piezas	87
3.6.	Gamas de mantenimiento preventivo para la empresa Industrial RFR	89
3.7.	Indicadores de mantenimiento	89
3.7.1.	Indicador OEE para la fabricación de apoyo “pie de amigo” realizado en la empresa Industrial RFR	90
3.7.2.	Indicador backlog para la empresa Industrial RFR	93
CAPÍTULO IV		96
DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR		96
4.1.	Importancia de una base de datos para la gestión de mantenimiento preventivo	96
4.2.	Aplicaciones para base de datos	96
4.2.1.	Herramienta digital AppSheet	97

4.3.	Estructuración de la base de datos.....	97
4.3.1.	Registro de personal.....	99
4.3.2.	Registro de máquinas y equipos.....	100
4.3.3.	Órdenes de trabajo	102
4.3.4.	Repuestos y stock.....	103
4.3.5.	Planes de mantenimiento	104
4.3.6.	Calendario de actividades	105
4.3.7.	Indicadores de mantenimiento	106
4.4.	Análisis de capacidad.....	109
	CONCLUSIONES.....	111
5.	RECOMENDACIONES.....	113
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
	ANEXOS	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de criticidad enfocado en la fiabilidad.	13
Tabla 2. Aplicación de Máquinas Herramientas	18
Tabla 3. Datos de la empresa.....	28
Tabla 4. Dimensión de la empresa Industria RFR.....	29
Tabla 5. Máquinas de la empresa Industrial RFR.	30
Tabla 6. Actividades de mantenimiento para la sección de tornos.....	78
Tabla 7. Actividades de mantenimiento para la sección de fresadoras.	80
Tabla 8. Actividades de mantenimiento para la sección de soldadoras.	82
Tabla 9. Actividades de mantenimiento para la sección de compresor.....	83
Tabla 10. Actividades de mantenimiento para la sección de prensa hidráulica.	84
Tabla 11. Actividades de mantenimiento para la sección de sierra de corte.....	85
Tabla 12. Actividades de mantenimiento para la sección de taladros.....	86
Tabla 13. Tiempos de Operación para la producción de apoyo pie de amigo.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos estratégicos del mantenimiento según la jerarquía organizacional	9
Figura 2. Implementación de mantenimiento preventivo.....	11
Figura 3. Criterios para análisis de criticidad.....	12
Figura 4. Diagrama de metodología de análisis de modos y efecto de fallo.....	14
Figura 5. Torno convencional DMTG.....	20
Figura 6. Fresadora vertical ITALCO.....	21
Figura 7. Paleta.	21
Figura 8. Soldadora autógena.....	22
Figura 9. Sierra de corte.	23
Figura 10. Compresor INGERSOLL RAND.	24
Figura 11. Soldadora MIG.	25
Figura 12. Soldadora TIG.	26
Figura 13. Soldadora SMAW.....	27
Figura 14. Plantilla de codificación.....	31
Figura 15. Secciones de la empresa Industrial RFR.....	31
Figura 16. Máquinas de la empresa Industrial RFR.....	32
Figura 17. Codificación de la maquinaria de la empresa Industrial RFR.	33
Figura 18. Sección torno.	35
Figura 19. Sección fresadora.....	36
Figura 20. Sección de soldadoras.....	38
Figura 21. Sección de compresor.	38

Figura 22. Sección de prensa hidráulica.....	39
Figura 23. Sección de sierra.	39
Figura 24. Sección taladros.	40
Figura 25. Cilindrado de rodillos.	41
Figura 26. Ajuste de rodillos.....	42
Figura 27. Rectificado de discos en torno.....	42
Figura 28. Perforaciones equidistantes.....	43
Figura 29. Rectificado de múltiples de escape.....	44
Figura 30. Ensamble de piezas.....	44
Figura 31. Troquelado de piezas en serie.....	45
Figura 32. Proceso de soldadura TIG.....	45
Figura 33. Ejemplo de proceso con soldadura MIG.....	46
Figura 34. Factores fundamentales para la evaluación de criticidad.....	47
Figura 35. Criterio de evaluación para la criticidad de los activos de la empresa Industrial RFR.	49
Figura 36. Matriz de criticidad creada para los activos de la empresa Industrial RFR.....	50
Figura 37. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_01_TOR_01.	51
Figura 38. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_01_TOR_02.	52
Figura 39. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_01_TOR_03.	53
Figura 40. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_02_FRE_01.....	54
Figura 41. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_02_FRE_02.....	55
Figura 42. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_01.....	56

Figura 43. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_02.....	57
Figura 44. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_03.....	58
Figura 45. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_04.....	59
Figura 46. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_04_COM_01.....	60
Figura 47. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_05_PRH_01.....	61
Figura 48. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_05_PRH_02.....	62
Figura 49. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_06_SIE_01.....	63
Figura 50. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_07_TAL_01.....	64
Figura 51. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_07_TAL_02.....	65
Figura 52. Margen de puntuación para el análisis AFME.....	66
Figura 53. Matriz AFME.....	66
Figura 54. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_01_TOR_01.....	67
Figura 55. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_02_FRE_01.....	68
Figura 56. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_03_SUE_01.....	69
Figura 57. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_04_COM_01.....	69
Figura 58. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_05_PRH_01.....	70
Figura 59. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_06_SIE_01.....	71
Figura 60. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_07_TAL_01.....	71
Figura 61. Diagrama de flujo para uso de documentación.....	73
Figura 62. Ficha técnica para las máquinas torno perteneciente a la empresa.....	74
Figura 63. Formato de solicitud de trabajo.....	75
Figura 64. Formato de orden de trabajo.....	76

Figura 65. Hoja de procedimientos para realizar mantenimiento en las máquinas.....	77
Figura 66. Acciones básicas del mantenimiento preventivo.....	78
Figura 67. Diagrama de distribución.....	87
Figura 68. Contabilidad de stock y repuestos.	88
Figura 69. Producción planificada.	92
Figura 70. Disponibilidad.....	92
Figura 71. Producción en el rendimiento y la calidad.....	93
Figura 72. Porcentaje de OEE.....	93
Figura 73. Factor de las ordenes planificadas.	93
Figura 74. Resultado del factor de productividad con horas hombre disponible.....	94
Figura 75. Sumatoria de ordenes de trabajo.....	94
Figura 76. Resultado del indicador backlog.....	95
Figura 77. Diagrama de flujo explicativo de la aplicación.	98
Figura 78. Inicio de la aplicación de gestión de mantenimiento asistido por computadora.	98
Figura 79. Opciones de control de la aplicación.....	99
Figura 80. Parámetros generales en el aplicativo.....	99
Figura 81. Opción registro de personal.....	100
Figura 82. Opción registro de máquinas y equipos.....	100
Figura 83. Campos obligatorios para llenar cada maquinaria que se requiere ingresar.....	101
Figura 84. Listado general en la aplicación.....	101
Figura 85. Opción órdenes de trabajo.	102
Figura 86. Solicitud de orden.	102

Figura 87. Orden generada.	103
Figura 88. Opción de registro y lista de repuestos.	104
Figura 89. Opción planes de mantenimiento.	104
Figura 90. Generación de orden de trabajo.	105
Figura 91. Opción calendario de actividades.	106
Figura 92. Visualización de calendario en base a la frecuencia del plan de trabajo.	106
Figura 93. Opción indicadores de mantenimiento.	107
Figura 94. Menú de indicadores de mantenimiento.	107
Figura 95. Registro de Datos para el indicador backlog.	108
Figura 96. Registro de datos para el indicador OEE.	108
Figura 97. Análisis de tareas de mantenimiento.	109

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fichas Técnicas de las máquinas de la Empresa Industrial RFR	117
Anexo 2. Evaluación de Criticidad de las máquinas.....	128
Anexo 3. Análisis Modal de Fallos y Efectos.	143

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación trata sobre la elaboración un plan de mantenimiento preventivo, para la empresa Industrial RFR, una empresa de producción metalmecánica con sede en la provincia de Pichincha, en Quito - Ecuador. Se realizó un listado de máquinas de la empresa que cuenta con el análisis situacional de cada máquina. Mediante la revisión técnica de manuales, elaboración de codificaciones, fichas técnicas y formatos de trabajo. Se evaluaron tanto criticidad como de modos de fallos y efectos AFME. Una vez identificada las condiciones de las máquinas, se creó una lista de actividades de mantenimiento con el fin de ejecutarlas dentro del plan de trabajo. La intervención de máquinas mediante la lista de actividades tiene la intención de mejorar la productividad, así los trabajadores actuarán de una manera eficaz al momento de realizar las reparaciones de las máquinas identificadas.

Se generaron indicadores de mantenimiento, en donde el OEE revela un rendimiento de producción del 51.40 %. Así también el indicador Backlog refleja un resultado de 29.94 % días entre la demanda actual de la empresa con el número de trabajadores y horas establecidas en la empresa para terminar trabajos de producción pendientes.

Con la finalidad de ayudar a la empresa Industrial RFR se implantó la gestión de mantenimiento asistido por ordenador con el fin de recopilar información necesaria acerca de las máquinas, así como de los trabajos de mantenimiento. Esta base de datos es generada en la herramienta digital AppSheet, esta permite generar nuevas fechas de trabajo de mantenimiento y alertas de seguimiento para evitar el deterioro de las máquinas. Esto ayuda a mejorar la confiabilidad operativa al momento de realizar intervenciones en las máquinas.

Palabras Clave: Empresa, Mantenimiento, Base de Datos, Indicadores.

ABSTRACT

The following research work deals with the elaboration of a preventive maintenance plan for the company Industrial RFR, a metal-mechanic production company located in the province of Pichincha, in Quito - Ecuador. A list of the company's machines was made with the situational analysis of each machine. Using the technical revision of manuals, elaboration of codifications, technical data sheets, and work formats. Both criticality and failure modes and AFME effects were evaluated. Once the conditions of the machines were identified, a list of maintenance activities was created to execute them within the work plan. The intervention of machines through the list of activities is intended to improve productivity so that workers will act efficiently when performing repairs on the identified machines.

Maintenance indicators were generated, where the OEE reveals a production performance of 51.40 %. Also, the Backlog indicator reflects a result of 29.94 % days between the current demand of the company with the number of workers and hours established in the company to finish pending production work.

In order to help the company Industrial RFR, computer-aided maintenance management was implemented in order to collect the necessary information about the machines, as well as the maintenance work. This database is generated in the digital tool AppSheet, which allows to generation of new maintenance work dates and follow-up alerts to avoid deterioration of the machines. This helps to improve operational reliability when performing interventions on the machines.

Keywords: Company, Maintenance, Database, Indicators.

INTRODUCCIÓN

La producción en las industrias de manufactura y metalmecánica han tenido un papel crucial y significativo en el desarrollo económico, ya que la producción de componentes han sido clave para aplicaciones y sectores industriales de la rama de las ingenierías. La producción ha tenido un desarrollo muy importante ya que se enfrentó con desafíos mucho más complejos y estrictos como la gestión eficiente y confiable de las máquinas, mejorar la accesibilidad de los equipos, reducir costos y tiempos desprevénidos. Todo con el objetivo de cumplir los estándares que pide el mercado y las exigencias del producto con su elaboración.

Muchas empresas manufactureras y metalúrgicas optan por elaborar y mejorar sus planes de mantenimiento para satisfacer las demandas de su exigente producción. Estos planes están estrechamente vinculados con las maquinarias y equipos críticos establecidos con el entorno de la producción Metalúrgica, con el fin de garantizar un control de riesgos y peligros, de una manera eficaz posible tanto para los operarios como para la maquinaria de fabricación. Esto se realiza en un esfuerzo por aumentar la vida útil de las máquinas y mejorar su administración, producción y eficiencia durante las horas de trabajo. Los elementos no planificados de la industria Metalúrgica que repercuten en la producción y el funcionamiento durante las horas de trabajo se reducirán al mínimo mediante la aplicación de estrategias y procesos precisos.

La empresa Industrial RFR se ha comprometido a responder con las exigencias de sus productos y así lograr un acabado final perteneciente al mercado de la producción metalmecánica. La empresa también resguarda la integridad y salud de sus operadores mejorando su ambiente laboral con normas de seguridad rígidas para evitar riesgos laborales. Este presente trabajo tiene como objetivo crear un plan de mantenimiento de tipo preventivo, que lejos de preservar las funcionalidades de sus equipos de producción, busca mejorar su rendimiento y la vida prolongada de estas máquinas. Esto es debido a que los retos que se enfrentan las empresas metalmecánicas han desempeñado un papel crucial en su capacidad para seguir siendo competitivas en las industrias de producción.

Los registros y seguimientos de mantenimiento preventivo ayudan a identificar posibles fallas que puedan presentarse en las máquinas. Estos historiales son excelentes fuentes de trabajo que permite orientar en que áreas se presenta un alto riesgo potencial para posibles detenciones de producción.

En este trabajo investigativo se implementará una aplicación que consiste en la recopilación masiva de datos y servirá como herramienta integral. Esta aplicación será esencial para la gestión y programación de actividades a realizar como parte del plan de mantenimiento preventivo. Estos registros, que son indicadores importantes y potentes de las condiciones de funcionamiento, deberán revisarse periódicamente.

Este plan de mantenimiento no solo buscará reducir contratiempos y actividades que no están programadas dentro del horario de producción, sino que contribuirá significativamente en la productividad de los operadores pertenecientes a la empresa Industrial RFR.

El presente trabajo investigativo presenta los cuatro capítulos establecidos respectivamente que se resumirá a continuación:

El capítulo uno presenta un marco teórico perteneciente a conceptos y términos relacionados con el tema de estudio, en cuestión de mantener las máquinas y todos los factores a presentarse.

El capítulo dos establece la situación en la que la empresa se encuentra en el momento y también la identificación sobre las máquinas involucradas en su producción, además de incorporar indicadores de mantenimiento.

El capítulo tres, desarrolla el Plan de Mantenimiento Preventivo acorde la empresa en corroboración de revisiones técnicas en los manuales de equipos y hojas de vida previamente identificados dentro de la empresa, para posteriormente establecer un plan que debe cumplirse de una manera rutinaria y según lo recomendado en este trabajo.

Finalmente, el capítulo cuatro elaborará una base de datos donde se recopilarán historiales de mantenimiento y actividades programadas para alargar la vida útil de las máquinas donde ayudan

a fortalecer la eficiencia operativa y productiva para mejorar la gestión de activos vinculados a la empresa Industrial RFR.

Problema

Las empresas industriales, especialmente las que son dedicadas a la producción y servicios de metalmecánica, pueden verse afectadas por la no capacidad de fabricar productos que vayan acorde y no sean competitivos en su mercado por una mala gestión y planificación de un mantenimiento adecuado para sus maquinarias. Por eso la empresa Industrial RFR afrontó este desafío ya que en sus horarios laborales no han contado con la organización y estructuración para planificar un PMP acorde a las necesidades de sus equipos más críticos, como el torno, fresadora, compresor y máquinas para soldar.

Este desafío se ve reflejado por la falta de información e historial de las máquinas para cuantificar una necesidad real de mantenimiento en los equipos, ya que para planear y programar un buen mantenimiento se requieren datos estadísticos de la falla real de las máquinas [1].

Debido a la falta de datos e historial en la empresa Industrial aumentan los tiempos de reparación, generando una salida perteneciente a su cronograma de actividades que influye directamente en el rendimiento operativo, incumpliendo con la producción y calidad de servicio esperado por las pérdidas relacionadas a una nula planificación previa [2].

Por lo mencionado nace la necesidad y oportunidad de diseñar y crear un plan de mantenimiento de tipo preventivo realizando una investigación conforme al escaso historial de las máquinas en la empresa, ya que así estaría a disposición para seguir con la producción respectiva y reducir tiempos inactivos en las horas laborales.

Justificación

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo primordial de cuidar y preservar los equipos y las máquinas más críticas pertenecientes a la empresa Industrial RFR, que se encuentra localizada en Quito-Ecuador. Es por esto que, se desarrollará un análisis de la empresa y conforme a ello, realizar un plan de mantenimiento preventivo desde cero, con la intención de cubrir todas las necesidades y problemas surgidos en cada sección de la empresa. Se ha puesto a disposición,

desarrollar una aplicación como base de datos que almacene todo tipo de historial conforme a los problemas, necesidades y ejecución de mantenimiento para las máquinas.

Las máquinas, como conocimiento de la empresa, han presentado muchas fallas en su producción, por lo que la productividad y servicio que brindan la empresa han sufrido una decaída en cuanto a la pérdida de horas laborales, planificación semanal y una cantidad significativamente económica debido a fallos inesperados.

Por la situación presentada, la empresa está en la exigencia de disponer un plan de mantenimiento preventivo destinado a sus empleados para planificar tareas correspondientes a las reparaciones de los equipos y así evitar que las detenciones de las máquinas no afecten las actividades diarias desarrolladas en la empresa.

Objetivo General

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa Industrial RFR, en la ciudad de Quito-Ecuador.

Objetivos Específicos

- Evaluar el estado actual de los equipos industriales en el área de producción de la empresa Industrial RFR.
- Diseñar un plan de mantenimiento que solvete las exigencias y requerimientos de la Empresa Industrial RFR.
- Desarrollar una base de datos para la planificación de los mantenimientos preventivos de las maquinarias en la Empresa Industrial RFR.
- Generar indicadores de mantenimiento que permitan validar la eficiencia del plan de mantenimiento preventivo elaborado en la disponibilidad de los equipos.

Alcance

Con el presente alcance se verá reflejado en la ejecución de este plan de mantenimiento enfocado al área de producción y servicios de la empresa Industrial RFR, que disponen de las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento correspondiente a las maquinarias.

CAPÍTULO I

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Este capítulo se centrará en presentar conceptos importantes y necesarios acerca del mantenimiento preventivo. Se abordan aspectos fundamentales y objetivos que se plantean al realizar un plan de mantenimiento. Así también distinguiendo los tipos de mantenimientos preventivos que se implementan en las industrias, se destacará los elementos claves, la importancia de las ventajas y límites pertenecientes a éste. Además, se describirá que tipo de planificación y programación se debe realizar para obtener un buen plan de mantenimiento, así como también las herramientas y aplicaciones tecnológicas necesarias a manejar con el fin de abarcar todos los enfoques principales para desarrollarlo.

1.1. Estado del arte

Durante los inicios de la revolución industrial, los trabajos de mantenimiento en las maquinarias de ingeniería tuvieron un reto muy exhaustivo. Dhillon [3] expresó que el problema de mantenimiento es aún más desafiante por las grandes cantidades de máquinas que se utilizan durante la operación de producción, además de cumplir con las expectativas del producto final y la sofisticación que se implantan cada día en las máquinas, como la automatización en los equipos, las empresas han optado por mejorar su rendimiento en la producción.

Olarte et al. [4] manifiestan que las primeras empresas enfocadas en los procesos de producción con varias personas debían trabajar en cada paso de la producción, a su vez, realizaban reparaciones a las máquinas si presentaban algún tipo de avería. Debido a ello el producto final que ofrecían al mercado implicaba también un costo elevado de dinero y tiempo, por lo que estas empresas se vieron en la obligación de desplegar a sus trabajadores para que realizaran tareas más concretas y específicas en las horas laborales, en donde consistía realizar actividades operativas de los equipos y tareas de reparación para de este último.

Dhillon [3] menciona en su estudio que las empresas y organizaciones que implementan las gestiones de mantenimiento han mejorado en la rentabilidad y eficacia económica, suponiendo un atesoramiento de millones de dólares en cuanto a planificación y gestión de mantenimiento corresponde. Como indica Zhang et al. [5], en su estudio que los fabricantes intentan maximizar

sus beneficios, para cumplir con la demanda exigida por parte de los clientes mediante programaciones de mantenimiento en su producción. Para aumentar sus ingresos y garantizar la seguridad tanto en la producción como en los operadores involucrados. Por lo que, para elaborar y organizar un plan de mantenimiento conveniente en los activos es esencial tomar decisiones como gestiones de instalaciones, programación de tareas y planificación de la mano de obra. Kedbäck [6] menciona que el mantenimiento de activos es referirse al resultado del fruto de una delicada atención entre profesionales e investigadores de varios sectores gubernamentales e industriales.

Kedbäck [6] mismo manifiesta en su estudio que los procesos de mantenimiento tienen dos tipos de clasificaciones: el mantenimiento correctivo (MC), desarrollado cuando un componente no funciona correctamente y requiere reparación para que dicho activo vuelva a funcionar lo antes posible. Por otra parte, Basri et al. [7] afirma que el mantenimiento preventivo (MP) se diferencia en la programación que posee para evitar fallos en los componentes y la preservación de los activos, por eso las organizaciones han optado por establecer una buena estrategia de MP para reducir el número de MC que pueda existir en sus componentes, esto se debe porque muchas ocasiones el mantenimiento correctivo ha requerido acciones más intensivas por las fallas más recurrentes en sus equipos críticos y requiere mayor designación de recursos para desarrollar trabajos correctivos en las máquinas.

Debido a esto para que las empresas y organizaciones elijan realizar MP en sus líneas de producción deben realizar un análisis profundo, donde demuestren que se necesita menos recursos en comparación del MC.

Amany et al. [8] expresan que la programación que se desarrollan en los mantenimientos preventivos se basa en múltiples indicadores como parte de los activos, como el tiempo medio de reparación (MTTR) y el tiempo medio entre fallos (MTBF). Por lo que Purnomo [9] afirma en su artículo de investigación que, las predicciones de averías de máquinas esenciales a partir de datos del indicador MTBF, es considerado como temas principales a tratar en el estudio del mantenimiento preventivo ya que los datos que genera este indicador no suelen ser constatare debido a que está en función del estado de la máquina.

Dado que el operario debe poseer conocimientos verificados y habilidades relevantes para el campo del mantenimiento, la selección de personal ha demostrado ser una tarea difícil para las empresas

y organizaciones. Bocewicz et al. [10] mencionan en su artículo investigativo que la rotación de puestos de actividades sigue una metodología preestablecida para reforzar y mejorar las competencias actuales de los empleados. La rotación de personal satisface el objetivo de mantener actualizado a los empleados de las empresas en habilidades y conocimientos, lo que permite un enfoque competitivo en los empleados según la disponibilidad.

Gracias al establecimiento de áreas de mantenimiento, las industrias han adoptado un enfoque significativo del mantenimiento de activos con el paso del tiempo. Debido a las implementaciones automatizadas en maquinaria de producción crucial, las organizaciones también se han vuelto altamente competitivas. Como resultado, los especialistas en mantenimiento deben ser capaces de reducir el mantenimiento correctivo sin programación previa y resolver averías en máquinas cruciales, para mantener los activos en buen estado de funcionamiento y garantizar que los productos satisfacen la demanda del mercado.

1.2. Generalidades del mantenimiento

El mantenimiento dentro del enfoque industrial abarca términos importantes y componentes para garantizar un buen funcionamiento, vida útil y confiabilidad a las máquinas y equipos responsables de la producción y servicio. Debido a eso se hará una descripción sobre las definiciones del mantenimiento y un eficiente mantenimiento preventivo que den resultados como fiabilidad en los sistemas involucrados en la planta de producción.

1.2.1. Mantenimiento

A lo largo de la historia, la definición de mantenimiento ha sido fruto de diferentes conceptos que llegan a definir como tal la palabra mantenimiento. En este caso, consiste en acciones realizadas por personas encargadas en esta área, para que las máquinas, equipos, componentes cruciales e instalaciones vinculadas al proceso de manufactura, posean buenas condiciones de funcionamiento para lo diseñado, construido, instalado y puesto en operación [11].

Para realizar estas actividades se incluyen combinaciones de conocimiento, experiencia y destrezas del trabajador encargado en el área de mantenimiento, ya que así existe una buena labor administrativa y operativa [11], para cumplir el desempeño y la organización de la empresa.

1.2.2. Importancia del mantenimiento en la industria

El mantenimiento logra ser importante en el momento que un componente dentro de la máquina no puede realizar la función designada, esto tiene consecuencias a niveles dependientes del diseño de la planta de producción, el producto y servicio tendría consecuencias que afecten tanto la seguridad como la calidad de este último [12].

Los niveles de importancia se desarrollan según la prioridad que se les da a los componentes asignados en un sistema y esto proporciona un método de análisis más exigente y congruente respaldado desde varias perspectivas [13].

Para Azadeh et al. [14] mencionan que la medida de importancia de la confiabilidad de los componentes puede ayudar a los operadores y técnicos dentro del área de mantenimiento a identificar ya sea componentes o parámetros que se muestran débiles en el sistema y así ayudar a tener una mejor orientación para mejorar el sistema. Destacan también que el nivel de importancia de la criticidad de las partes y piezas involucrados en los equipos, proporciona la probabilidad para que el elemento sea crítico para el equipo y falle en un momento en que el sistema está funcionando o no, debido a esto se ha desarrollado varias acciones para mejorar la gestión de la resiliencia. Además, afirman que las actividades de mantenimiento que se desarrollan tienen un impacto significativo para que el sistema tenga la capacidad de mantener o restaurar su rendimiento.

1.2.3. Objetivos y propósito del mantenimiento

Las empresas o áreas de mantenimiento asignan objetivos de trabajo en donde especifican las acciones necesarias en función al desarrollo de actividades de mantenimiento. Para establecer estos objetivos de trabajo, se toma en consideración la operatividad de las máquinas y el tiempo de uso para cumplir con los equipos necesarios. Por otra parte, el decreto de los objetivos de mantenimiento se establece con relación al nivel de disponibilidad en la producción, necesaria para avalar la calidad del servicio o producto ofrecido. De este modo, se concentran en como cumplir dichos objetivos de mantenimiento y desarrollar de las actividades propuestas [15].

La implementación de los objetivos se define dependiendo de los niveles de jerarquía, donde resaltan aspectos fundamentales antes del cumplimiento de las actividades ya previstas y, el proceso para tomar las decisiones correspondientes a la realización del mantenimiento. Esto se

hace con el fin de cumplir los objetivos estratégicos. Para poder plantear los objetivos se sigue un formato Top-Down, que viene a ser una metodología estratégica de procesar información y conocimiento en donde inicia desde un nivel superior y desciende hacia los niveles inferiores [16].

En la Figura 1 se realiza una representación de la jerarquía que se toma en cuenta al momento de elaborar y cumplir los objetivos.

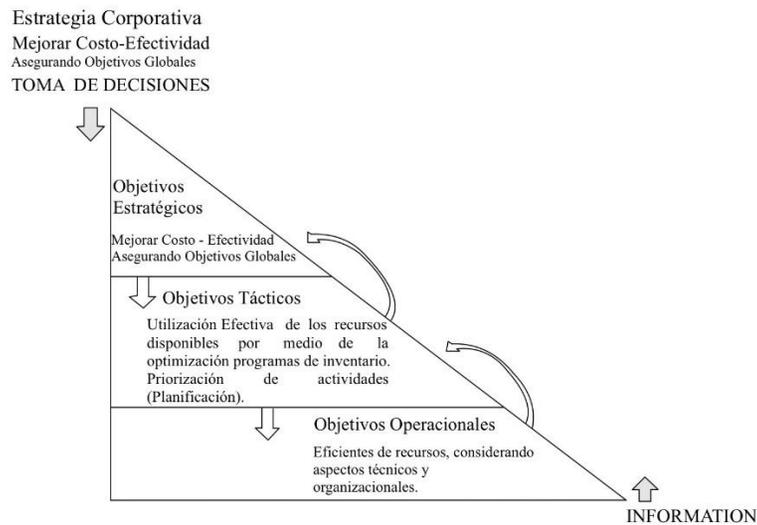


Figura 1. Objetivos estratégicos del mantenimiento según la jerarquía organizacional [16].

El propósito que se tiene acerca del mantenimiento es que se pueda cumplir de una manera satisfactoria los objetivos planteados y así también adopte principios de administración que están enlazados con los conceptos de la gestión estratégica de mantenimiento. Esto a su vez se desarrolla paralelamente con las funciones administrativas de la organización o empresas que dispongan de las áreas encargadas del mantenimiento. Se realiza con el fin de entregar un producto y servicio eficiente hacia el mercado junto a los clientes que son parte activa de las organizaciones [17]. Para el autor Arantes [18] expresa que una gestión estratégica se puede conceptualizar como un proceso sistemático, planeado, gerenciado, ejecutado y acompañado bajo el liderazgo de las altas administraciones que poseen las instituciones, en donde involucran y comprometen a los responsables, ya sea a los gerentes y colaboradores de la organización. Esto se realiza para asegurar

un crecimiento tanto tecnológico como administrativo, que lograr una efectividad en sus servicios y productos.

Es por lo que Arantes [18] formula una gestión de mantenimiento en relación con tres aspectos que se desarrollara a continuación:

- El propósito al cual se desee llegar, definiendo el objetivo de la función de mantenimiento.
- El ambiente al que se define que se puede llegar, tomando en cuenta la disponibilidad de los recursos y restricciones reguladoras internas y externas.
- La capacitación basada en el nivel de preparación de los operadores del área de mantenimiento para afrontar tareas establecidas en los objetivos propuestos por la empresa.

La gestión de mantenimiento se establece gracias a una buena planificación de objetivos para cumplir los requisitos y exigencias de la gerencia de una organización, ya que se sigue una estructura organizacional previamente consultada e investigada para realizar los parámetros establecidos con la contratación del personal encargado y la consecución de lo planteado.

1.3. Mantenimiento preventivo

El término "mantenimiento preventivo" hace referencia a un sistema que debe construirse sobre una base para poder planificarse y luego llevarse a cabo. Por lo tanto, tener la previsión de sugerir esta forma de mantenimiento permitiría a una empresa cosechar los frutos de la prevención contra el mal funcionamiento, las averías, etc., aumentando la producción y reduciendo los tiempos de reparación.

Según Mobley [19], el objetivo del mantenimiento preventivo es evitar paradas imprevistas y fallos prematuros de los equipos que harían necesaria la adopción de medidas correctivas. Para mantener altos niveles de fiabilidad, señala además que es crucial programar una gestión basada en el tiempo y tareas periódicas como la lubricación y los ajustes.

Con la intención de establecer un buen mantenimiento preventivo, En la Figura 2 se considera los siguientes pasos.

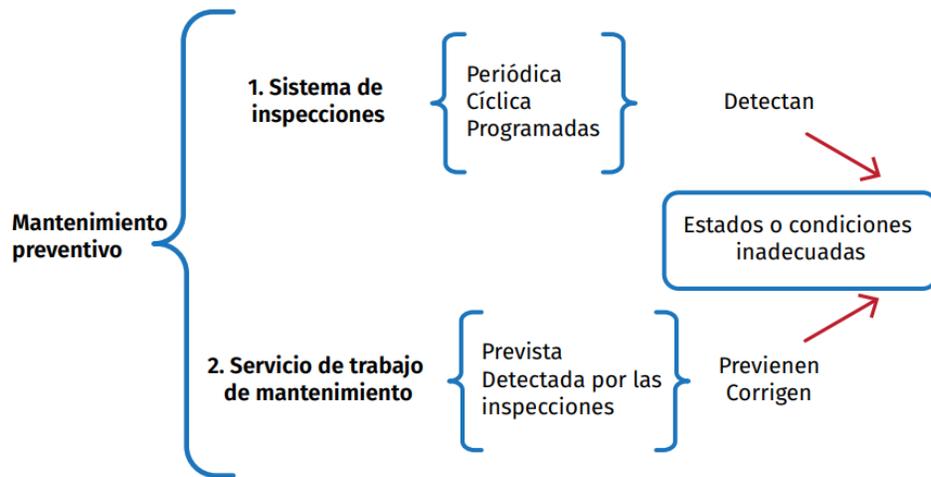


Figura 2. Implementación de mantenimiento preventivo [11].

El mantenimiento preventivo es crucial porque prolonga la vida operativa que brinda los equipos, protege a los operarios de posibles daños y reduce la necesidad de costosas reparaciones que de otro modo podrían ser necesarias. Todas estas ventajas ayudan a una empresa a ofrecer al mercado bienes y servicios de mayor calidad.

1.4. Desarrollo del mantenimiento preventivo

El desarrollo se viene a consolidar mediante distintos factores que se toma en cuenta al momento de revisar las máquinas y saber que máquinas son críticas en las funciones de producción, así como también la elaboración de los cronogramas de mantenimiento. Brankovic y Milovanovic [20] manifiestan que, los intervalos de mantenimiento se definen en semanas, meses, trimestres o años, muchos de los casos se recurren a los manuales de mantenimiento perteneciente al fabricante. Ellos también mencionan que los intervalos de mantenimiento se realizan en función de las condiciones y estructuraciones de las máquinas.

En esta ocasión, se pondrá en conocimiento los aspectos fundamentales a seguir para desarrollar un efectivo mantenimiento preventivo.

1.4.1. Definición y criterios de criticidad

El análisis de criticidad suele ser esencial en el crecimiento sobre la gestión que se dedica al mantenimiento por su metodología centrada en la fiabilidad, su capacidad para clasificar la

maquinaria industrial, los equipos e instalaciones y, su capacidad para considerar el impacto de sus conclusiones en la producción en todo el mundo. Ofrece una base metódica para facilitar la toma de decisiones y priorizar los activos al establecer la gestión del mantenimiento.

En función de lo mencionado, Huerta [21] esboza en su trabajo de investigación los siguientes criterios en la Figura 3 que deben cumplirse para garantizar un análisis de criticidad de alta calidad:

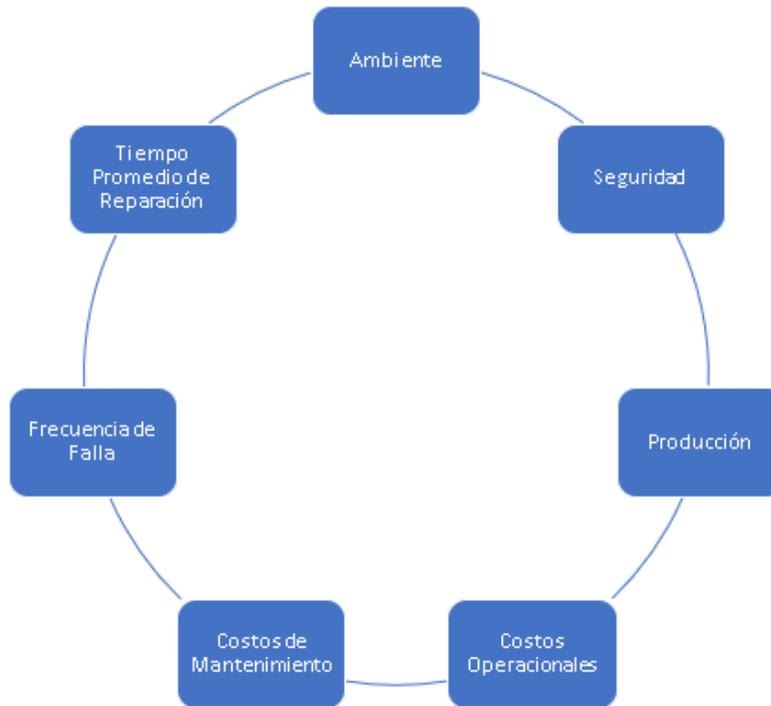


Figura 3. Criterios para análisis de criticidad.

Teniendo en cuenta estos elementos, se hace énfasis en los activos más críticos de las industrias para establecer órdenes de trabajos en relación con la programación creada para mantener los equipos acordes a la producción.

Para el análisis de criticidad también se necesitan diversos datos centrados en la fiabilidad, con el fin de identificar los componentes de la producción que se genera. A continuación, en la Tabla 1 se clasifican en primer lugar las partes más importantes y se determina cuáles son opcionales para la empresa y tienen poca incidencia en la producción.

Tabla 1. Análisis de criticidad enfocado en la fiabilidad [22].

Criterios	Porcentaje	Niveles de Asignación
Impacto en la producción (P)	30 %	(3) Muy importante (2) Importante (1) Normal
Impacto en la seguridad (S)	30 %	(3) Muy importante (2) Importante (1) Normal
Disponibilidad de reserva (D)	25 %	(3) Muy importante (2) Importante (1) Normal
Valor del equipo (V)	15 %	(3) Muy importante (2) Importante (1) Normal

1.4.2. Análisis de modos y efectos de fallo

La herramienta de análisis de fallas ayuda a identificar fallos funcionales, a su vez también analiza la forma en como una máquina o componente pierde la habilidad de desempeñar su función. La identificación de estos fallos funcionales se debe gracias a la recopilación de información como las evaluaciones de prioridad de riesgo y también observar las hojas de cálculos elaboradoras con el formato respectivo de AFME.

Dado que ayuda en la toma de decisiones para suprimir los problemas con los activos y respalda una gestión del mantenimiento centrada en la fiabilidad, la herramienta AFME también se considera un análisis sistemático.

Es por lo que se desprende una metodología correspondiente al análisis de modos y efectos de fallo que se ilustra en la Figura 4.

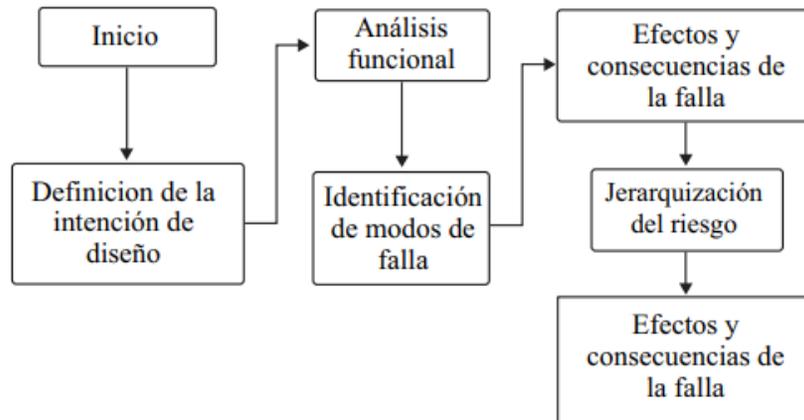


Figura 4. Diagrama de metodología de análisis de modos y efecto de fallo.

Esta metodología se desarrolla con el fin de conocer la operación correspondiente a la sección de producción y es fundamental para la gestión de mantenimiento que se quiera establecer en los activos más críticos en la producción.

1.4.3. Métodos para establecer frecuencias de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento se llevan a cabo de diversa manera, sin embargo, la frecuencia con la que las empresas programan sus trabajos de mantenimiento se complica. Con estos contratiempos se puede tomar en consideración ciertos métodos con el fin de encontrar mejores frecuencias de mantenimiento. Analizar las observaciones y sugerencias proporcionadas por el fabricante de la máquina, es un enfoque para tener en cuenta y así garantizar que los procedimientos de mantenimiento se alinean con el rendimiento del equipo. Esto a su vez se ve complementado con la experiencia que tengan los empleados encargados del mantenimiento.

Los análisis de criticidad que se ha mencionado anteriormente también cuentan como método para establecer las frecuencias de mantenimiento. Se establecen que máquinas tienen prioridad y es fundamental en el desarrollo de la producción.

Realizar estudios de fiabilidad ha sido fundamental para establecer qué tipo de prácticas eficientes son capaces de mantener en funcionalidad los activos en un determinado intervalo de tiempo. El objetivo que se llega con estos estudios es para mejorar la productividad en los trabajos de mantenimiento [22].

1.4.4. Importancia de la capacitación en los empleados

La finalidad que tienen la capacitación es que el empleado se desempeñe realizando multitareas en su área de trabajo. Los empleados, cuyas habilidades se comparte juntamente con su experiencia llega a cubrir funciones en donde se requiera más personal durante los periodos de trabajo. Para llegar a cubrir estas necesidades, las empresas deben desarrollar programas de capacitación en donde el empleado comience a adaptar nuevas técnicas de reparación en las máquinas al tratarse de trabajos de mantenimiento. Estos programas de capacitación permiten cumplir las expectativas para asignar operaciones a los empleados teniendo en cuenta las competencias que tiene, la capacidad con la que afronta su carga de trabajo, los salarios pertinentes entre otros [10].

1.5. Clasificación del mantenimiento preventivo

Las tareas de mantenimiento preventivo llevan a un gran número de actividades y es por ello que se establece una clasificación perteneciente a este. Por mencionar ciertas actividades como realizar mantenimiento preventivo de rutina en donde consiste hacer limpiezas, lubricación o reemplazo de piezas. O también realizar reacondicionamiento de equipos entra como trabajos de mantenimiento preventivo, pero no ha sido clasificado como se lo demuestra a continuación:

1.5.1. Mantenimiento planificado

Este tipo de mantenimiento consiste en planificar tareas de mantenimiento para las máquinas en un intervalo de tiempo de 6 a 12 meses, estos intervalos de tiempo se clasifican según los manuales pertenecientes a las máquinas. Las tareas que se realizan incluyen los cambios de piezas en concordancia de la vida operativa de las máquinas [23].

1.5.2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo recopila información en base de probabilidades de daño o avería, esta información se consigue a través de datos y registros anteriormente obtenidos de la máquina evaluada. Esta información está relacionada al número de averías que tuvo la máquina, desgastes de componentes, tiempos de inactividad y bajo rendimiento teniendo en cuenta también los intervalos de tiempos en los que se desarrolló estos contratiempos [23].

La información que proporciona esta clasificación sirve como orientación para el tipo de reparación a aplicarse para minimizar los tiempos de inactividad. Las herramientas y métodos que se utilizan suelen ser los análisis térmicos, análisis de vibración, emisión acústica y los monitoreos de corrosión. Siendo estos ejemplos uno de varios métodos que ayudan a predecir posibles fallas.

1.5.3. Mantenimiento centrado en la fiabilidad

Es un enfoque de análisis sistemático combinando practicas optimas de mantenimiento reactivo basado en el tiempo, condición y proactividad. Las actividades que se enfocan en la fiabilidad tienen como objetivo optimizar los programas de mantenimiento [22].

1.5.4. Mantenimiento basado en el riesgo

Es una táctica que combina ciertos beneficios obtenido de los mantenimientos tradicionales con metodologías de inspección y análisis en base al riesgo. Los análisis realizados se utilizan posteriormente para realizar controles en las máquinas [23].

1.5.5. Mantenimiento productivo total

Se estable una exhaustiva estructuración de mantenimiento preventivo que involucran algunos departamentos de la empresa donde se desarrollan actividades autónomas en grupos reducidos. La finalidad es maximizar la eficiencia de los grupos de trabajo

Todas las clasificaciones mencionadas llevan los mismos objetivos a los que se quiere llegar como vienen a ser la reducción de costos, mejorar los lugares de trabajo, mejorar sus programas de mantenimiento y productividad.

1.6. Programación del mantenimiento preventivo

Realizar una buena programación de mantenimiento significa alcanzar un cronograma ideal para estas tareas. Se desarrolla en intervalos de tiempo previamente planificados para mejorar la aplicación de los recursos disponibles para los trabajos de mantenimiento. El objetivo de programar actividades de mantenimiento es mantenerlo ordenado, organizado y sin ningún tipo de interferencia en la producción, a su vez también ayuda a minimizar el tiempo máximo de duración de tareas planificadas, cumpliendo con las condiciones de frecuencia. Estas condiciones se realizan en periodos previamente establecidos ya sea diarias, semanales, mensuales, semestrales o anuales.

1.7. Limitaciones del mantenimiento preventivo

Las limitaciones que deben hacer frente los distintos proyectos de mantenimiento son evidentes, debido a los escasos recursos financieros y de personal cualificado que pueda mantener adecuadamente los activos de los sectores. Las empresas que utilizan estos activos en su producción se enfrentan a dificultades cuando sus máquinas deben ser reparadas por el personal de las empresas distribuidoras de activos, lo que implicaría costos adicionales para la empresa a la hora de encontrar un personal verificado para realizar el mantenimiento. Las empresas dedicadas al desarrollo y distribución de activos disponen de personal certificado para realizar las reparaciones de las máquinas.

Para crear métodos eficaces de trabajo de mantenimiento preventivo, es necesario hacer búsqueda exhaustiva de información, que requiere tiempo más allá del horario laboral habitual. Esta búsqueda implica consultar manuales, fichas técnicas, piezas de recambio, inventarios e historiales de reparaciones.

1.8. Máquinas herramientas

Las máquinas herramientas son equipos indispensables en industrias como metalmecánica, farmacéutica, alimenticia, espacial, náutica, entre otros. Estos equipos tienen un propósito en su área específica para la producción o servicios de una empresa por lo que es importante conocer sobre los mismos. Las aplicaciones de estos equipos varían conforme a la industria en donde desempeña su función. En la Tabla 2 se detalla ejemplos de máquinas y herramientas que cumple

diversas funciones para las industrias ya mencionadas, con la finalidad de demostrar la versatilidad que tienen los equipos de fabricación al momento de fabricar un sinfín de productos correspondientes a la industria en cuestión.

Tabla 2. Aplicación de Máquinas Herramientas

Máquinas	Industrias	Descripción
Centro de Mecanizado (CNC)	Metalmecánica, Espacial, Farmacéutica	Mecanizado de alta precisión, mediante un control numérico
Cortadora Láser	Metalmecánica, Espacial, Farmacéutica, Alimenticia	Corte de diferentes tipos de materiales mediante el uso de un láser potente
Envasadora	Farmacéutica, Alimenticia	Envasados de productos para la comercialización, normalmente es utilizado en estas dos industrias
Fresadora	Metalmecánica, Espacial, Farmacéutica, Alimenticia	Fresado en piezas metálicas, ranuras, superficies inclinadas y formas complejas
Impresora 3D	Farmacéutica, Alimenticia, Espacial	Elaboración de piezas tridimensionales desde modelos digitales en softwares de diseños
Mezcladora	Farmacéutica, Alimenticia	Mezcla de materiales e ingredientes, es utilizado en gran parte por estas dos industrias
Prensa hidráulica	Metalmecánica, Alimenticia	Conformado de piezas mediante la aplicación de fuerzas automatizadas
Torno	Metalmecánica, Espacial, Farmacéutica, Alimenticia	Proceso de cilindrados en piezas metálicas a altas revoluciones
Soldadora	Metalmecánica, Espacial,	Unión de piezas metálicas mediante diferentes procesos de soldadura como ejemplo TIG, MIG, SMAW

Las máquinas ya mencionadas tienen un gran impacto en la producción, últimamente comenzaron a incorporar nuevas tecnologías, con la intención de automatizar sus procesos ya sea de fabricación de piezas para las industrias náuticas y aeroespaciales. Las mezclas de materiales e incorporación de ingredientes en las industrias alimenticias y farmacéuticas se toman con mucha rigurosidad los estándares de calidad para su debida comercialización.

La industria RFR ha desempeñado sus servicios en el área metalmecánica, por lo que se explica a continuación de una manera detalla todas las funciones, aplicaciones y recomendaciones de las máquinas herramientas que operan y brindan servicios como lo vienen a ser el torno, la fresadora, soldadoras entre otros que desempeñan un papel fundamental en la producción metalmecánica.

1.8.1. Torno convencional

Un torno de tipo convencional está en el grupo de las máquinas herramientas más importantes a nivel industrial que sirve como herramienta para realizar operaciones de mecanizado en piezas y partes de trabajo. Esta máquina cuenta con un mandril rotatorio que sujeta, gira y mantiene firme el material a mecanizar mientras que el portaherramientas cuenta con la respectiva cuchilla afilada y/o una porta brocas que al desplazarse linealmente da forma a las piezas.

A diferencia de los tornos de tipo CNC, es decir, control numérico computarizado, la persona quien opera la máquina debe saber de velocidades de avance, velocidad y profundidad de corte pertinentes, entre otros. Esto ocasiona que el proceso de mecanizado se comporte de una manera flexiva, aunque de esto depende la habilidad del operador.

El torno convencional es el equipo recomendado para realizar trabajos en superficies de tipo cilíndrico, cónico, esférico, entre otros. Es por lo que las piezas que se obtienen mediante este proceso pueden ser fabricación de roscas, pernos, tuercas, ejes y piezas que tengan cierto grado de precisión.

En la Figura 5 se ilustra un torno convencional que se ocupa para desarrollar las actividades que se mencionaron anteriormente.



Figura 5. Torno convencional DMTG.

1.8.2. Fresadora vertical

Una fresadora vertical es una máquina fundamental usada mayormente en el ámbito industrial para realizar operaciones de mecanizado en partes y piezas. La diferencia que existe entre las fresadoras de este tipo y las de eje horizontal se radica principalmente en que si eje de corte principal está orientado verticalmente lo que permite que la herramienta de corte a utilizar se desplace de arriba hacia abajo directamente sobre la pieza desde su parte superior.

La mejor aplicación que tiene esta máquina es el mecanizado de piezas de gran tamaño y de forma compleja ya que se ofrece una estabilidad correcta y una rigidez constante para el mecanizado como por ejemplo la fabricación de moldes, matrices, componentes, partes y piezas.

Los tipos de mecanizado que se encuentran disponibles en este equipo pueden dar como resultado ranuras, engranajes, roscas, taladrado, escariado y demás. A continuación, en la Figura 6 se demuestra una fresadora vertical.



Figura 6. Fresadora vertical ITALCO.

1.8.3. Paleta

La paleta es una herramienta diseñada exclusivamente para facilitar el transporte de objetos que tienen un peso considerable, que una persona no podría levantar. Además, como su nombre lo dice, tiene la ventaja de poder adaptarse a diferentes tamaños de pallets de madera por lo que aumenta la seguridad hacia el operador y a su vez brindando una solución práctica para la demanda de empresas que requieran manipular cargas de alto volumen industrial. En la Figura 7 se puede apreciar una paleta que está disponible en la empresa.

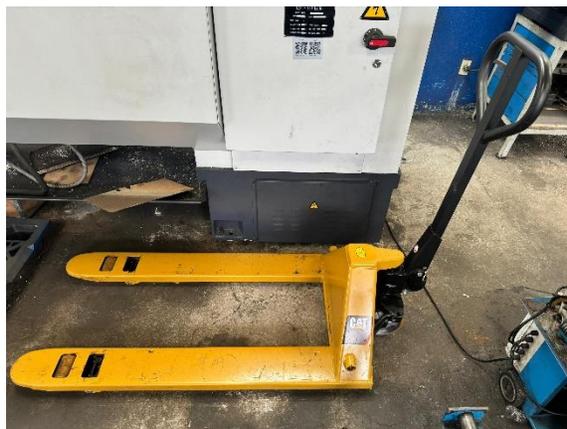


Figura 7. Paleta.

1.8.4. Autógena

La autógena industrial es un equipo indispensable en la industria metalúrgica gracias a que emplea un sistema combinado entre dos tipos de gases como el gas de tipo industrial llamado acetileno y oxígeno, juntos generan una llama de alta intensidad que se pueden emplear en varios tipos de procesos como la soldadura para unir metales de diferente composición química de diferentes espesores, calentamiento de metales para su reparación como trabajos de fontanería, cortes, entre otros.

Este equipo proporciona una solución considerable ya que se puede emplear en cualquier metal garantizando buenos resultados y versátiles. Debido a que el acetileno cuenta con un alto grado de inflamabilidad, para el manejo es obligatorio que el operador sepa de medidas de seguridad para así obtener operaciones eficaces. En la Figura 8 se visualiza una soldadora autógena.



Figura 8. Soldadora autógena.

1.8.5. Sierra de corte

En el mundo de las herramientas de tipo industrial, las sierras de corte juegan un papel fundamental al volverse equipos indispensables para ser utilizados juntamente con otros procesos de manufactura ya que ofrecen precisión disminuyendo los tiempos de corte de manera manual. Este tipo de sierras no tienen limitaciones a un solo tipo de material, su versatilidad la convierte en una máquina capaz de cortar una variedad de materiales como los polímeros, en el caso de los metales

se encuentra variedades de formas tales como planchas delgadas, ejes o tubos de gran espesor con acabados finos y detallados.

Debido a sus hojas de sierra afiladas y sistemas con mecanismos adecuados se convierte en una de las herramientas ideales para ser empleadas en proyectos no solo metalúrgicos sino también de construcción.

En la Figura 9 se ilustra una sierra con las características antes mencionadas.



Figura 9. Sierra de corte.

1.8.6. Compresor

Un compresor neumático es una máquina industrial diseñada para aumentar la presión del aire mediante la compresión, convirtiendo así la energía mecánica a energía potencial almacenada como aire comprimido. Este aire comprimido es utilizado como una fuente de energía versátil en una extensa variedad de aplicaciones industriales y comerciales.

El compresor neumático está compuesto principalmente por un motor eléctrico o de combustión interna que acciona un mecanismo de pistón, tornillo, o turbina. Este mecanismo genera un flujo de aire que es succionado y comprimido en un tanque o recipiente, donde se almacena a alta presión.

Una vez almacenado, el aire comprimido puede emplearse para alimentar diversos equipos neumáticos y herramientas, como lo viene a ser las llaves de impacto, taladros, pistolas de clavos, martillos neumáticos y sistemas industriales automatizados, entre otros. También se utiliza en

aplicaciones más complejas, como sistemas de aire acondicionado y refrigeración, e industria manufacturera.

El compresor neumático ofrece ventajas significativas en términos de seguridad, ya que elimina la necesidad de utilizar electricidad o combustibles directamente en las herramientas y equipos operados, lo que reduce el riesgo de chispas o explosiones en entornos potencialmente peligrosos. En resumen, el compresor neumático es una máquina esencial en la industria que proporciona una fuente confiable de energía en forma de aire comprimido, permitiendo una amplia gama de aplicaciones y mejorando la eficiencia en diferentes procesos industriales. A continuación, en la Figura 10 se ilustra el compresor que dispone la empresa.



Figura 10. Compresor INGERSOLL RAND.

1.8.7. Soldadoras

El objetivo de las máquinas de soldar es realizar un proceso de junta o uniones de dos piezas, las soldadoras son capaces de generar una fuente de calor con temperaturas elevadas para obtener una fusión y así establecer la unión de los metales en cuestión. La elección del tipo de unión y proceso de soldadura dependerá de la máquina que se utiliza para realizar estos trabajos, las soldadoras utilizadas comúnmente han sido las MIG/MAG, o TIG. En este caso se detalla las definiciones y características de las máquinas pertenecientes a la industria RFR.

1.8.7.1. Soldadora MIG. A lo largo de la historia la soldadura ha tenido innovación tecnológica dando como resultado el proceso de soldadura tipo MIG, que como sus siglas lo define, Metal Inert Gas. Este tipo de soldadura usa un gas de tipo CO₂, argón o argón mezclado con CO₂ en proporciones iguales, que evita la oxidación durante la ejecución del proceso creando una capa protectora hacia el cordón de soldadura [24].

La soldadora MIG permite realizar la unión entre una amplia variedad de metales como el aluminio, acero al carbono e inoxidable, entre otros. En la Figura 11 se visualiza una Soldadora MIG



Figura 11. Soldadora MIG.

1.8.7.2. Soldadora TIG. La soldadora TIG tiene el principio de funcionamiento que se basa en el empleo de un arco eléctrico de un electrodo de material tungsteno que no es consumible y el material base. En este proceso se pueden controlar las temperaturas y la cantidad de aporte al material mediante la creación de una burbuja de gas inerte como argón, para así tener resultados de cordones limpios, de alta calidad y resistencia.

Este tipo de soldadora tiene la capacidad de ofrecer una soldadura de tipo elegante refiriéndose netamente a lo estético, es por eso por lo que se la emplea en aplicaciones donde la apariencia sea crucial en un producto final. En la Figura 12 se muestra una soldadora TIG



Figura 12. Soldadora TIG.

1.8.7.3. Soldadora SMAW. La máquina de soldar tipo SMAW, o como comúnmente se conoce, soldadora de arco manual con electrodo revestido, es un equipo eficiente y de alta importancia en la industria ya que su versatilidad, diseño y capacidad de trabajo se convierte en la máquina ideal para procesos empleados en la industria y construcción. Esta herramienta es capaz de forjar materiales de tipo metal con conexiones sólidas y debido a su facilidad, versatilidad y simplicidad hace que esta máquina se convierta en una elección popular en el área de soldadura cuando se trata de realizar proceso SMAW en lugares de poco acceso, difíciles de llegar ya que ofrece un diseño portable y al no ocupar un gas que forme una burbuja protectora se puede llevar a trabajar en un ambiente externo como al aire libre. En la Figura 13 se aprecia una máquina soldadora SMAW, que es perteneciente a la empresa.



Figura 13. Soldadora SMAW.

Estos equipos son diseñados con la finalidad de producir y trabajar por extensos periodos de tiempo por lo que aquí entran factores como desgaste, calentamiento o sobrecalentamiento, esfuerzos y fallas. Por lo que, cuidar y velar por el mantenimiento para la prevención de fallas se vuelve indispensable al momento de adquirir dichos equipos para aumentar su durabilidad en cuanto a vida útil se refiere con el fin de sacar el mayor provecho posible de cada equipo y generando grandes ganancias como las empresas se proponen.

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL E IDENTIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS PERTENECIENTES A LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR

Este capítulo se centrará en el estudio de la situación actual de la empresa industrial RFR, haciendo énfasis en las actividades y servicios que realiza. Así como el enfoque industrial al que se encamina la empresa, teniendo en cuenta el análisis de su proceso juntamente con la codificación de cada máquina y las secciones correspondientes a la empresa.

2.1. Valoración situacional de la empresa Industrial RFR

La empresa Industrial RFR es una empresa de producción manufacturera ubicada en la ciudad Quito – Pichincha que tiene desarrollando sus actividades desde el año 1994.

Esta empresa ofrece servicio de maquinaria de manufactura en la elaboración de actividades de roscado, refrentado, torneado, fresado y trabajos de soldadura enfocado al mantenimiento industrial, la elaboración de estructuras metálicas, también realizan trabajo de reparación de todo tipo de piezas cumpliendo con las exigencias del cliente. La empresa se compromete en satisfacer las necesidades de los clientes y empresas a fines, de una manera eficiente en el desarrollo de su trabajo.

2.1.1. Descripción de la empresa

En la Tabla 3 se detalla la información general perteneciente a la empresa.

Tabla 3. Datos de la empresa

Nº	Detalles	Descripción
1	Nombre de la Empresa	Industrial RFR
2	Provincia	Pichincha
3	Ciudad	Quito
4	Sector	Rumiñahui, norte de la ciudad
5	Gerente de la Empresa	Responsable de la empresa

2.1.2. *Visión de la empresa Industrial RFR*

Ser reconocidos a nivel nacional como referentes de la fabricación y construcción metalmecánica, distinguiéndonos por la calidad, atención y soluciones de vanguardia a nuestros clientes. Busca ser una empresa en constante evolución impulsada y motivada por la mejora continua con el compromiso de cuidar y velar por el bienestar ambiental y social.

2.1.3. *Misión de la empresa Industrial RFR*

En la Industria RFR se compromete a ser líderes en la fabricación de metalmecánica de componentes, partes y piezas, así como la construcción de estructuras metálicas con altos estándares de calidad. Busca satisfacer las exigencias y expectativas de nuestros clientes a través del servicio que ofrecemos con el fin de dar productos duraderos, de alta precisión y seguros.

2.1.4. *Dimensión empresarial*

La Tabla 4 detalla el dimensionamiento de la empresa, en donde se visualiza el número de empleados en su totalidad y los encargados, quienes tienen la experiencia y los conocimientos necesarios, de ejecutar los mantenimientos a las máquinas de la empresa Industrial RFR.

Tabla 4. Dimensión de la empresa Industria RFR.

N°	Área	Nro. de Empleados
1	Gerencia General	1
2	Financiera	1
3	Operativa de Producción	3
	TOTAL	5
	Encargados para ejecución de mantenimiento	4

2.2. Listado de las máquinas pertenecientes a la producción de la empresa Industrial RFR

Las máquinas que pertenece a la producción de la empresa Industrial RFR se detallan a continuación en la Tabla 5 en una división de 7 clasificaciones.

Tabla 5. Máquinas de la empresa Industrial RFR.

Máquinas	Nombres de las Máquinas
Tornos	DMTG MODELO CDS6266C TOS TRECIN SN40 STOREBRO BRUCKS
Fresadoras	LOGAN ITALCO DM45L
Soldadoras	TIG RONCH 200 MIG ELEKTRO INVERTER 290 SMAW ELEKTRO INVERTER MMA-251 AUTÓGENA
Compresor	INGERSOLL RAND 2349
Prensa Hidráulica	ITALMACC PRENSA RFR
Sierra	BS-712N
Taladros	RONG LONG 16 STD-19B RONG LONG 12 STD-19B

2.3. Codificación de las máquinas pertenecientes a la empresa Industrial RFR

La empresa Industrial RFR implementa un sistema de codificación que permite a cualquier persona interpretar lo que significa. Si bien es cierto este sistema no es muy extenso en cuanto a estructura se refiere, esta codificación es muy clara y concisa al momento de querer buscar o saber qué máquina es la que se menciona cuando el lector encuentra la información pertinente.

A continuación, en la Figura 14 se procede a detallar la codificación establecida para los equipos que la empresa Industrial RFR cuenta para el área de producción, así como el significado y qué partes componen la misma.

PLANTILLA DE CODIFICACIÓN					
	1. RFR	2. #A	3. MÁQ	4. #	5. #
1: RFR	Hace mención a las siglas principales de la empresa				
2: #A	Hace mención al número de sección a la que corresponde la máquina				
3: MÁQ	Hace mención al tipo-iniciales de la máquina				
4: #	Hace mención al número de máquina al que se refiere				
5: #	Hace mención a la sub clasificación de máquina a la que se refiere				

Figura 14. Plantilla de codificación.

También, se establece por secciones la maquinaria disponible la empresa, cada uno va detallada conforme al tipo de máquina, así como también una identificación a color, como lo ilustra en la Figura 15 y Figura 16.

Nº	SECCIÓN
01	SECCIÓN DE TORNO
02	SECCIÓN DE FRESADORA
03	SECCIÓN DE SOLDADORA
04	SECCIÓN DE COMPRESOR
05	SECCIÓN DE PRENSA HIDRÁULICA
06	SECCIÓN DE SIERRA
07	SECCIÓN TALADROS DE PEDESTAL
08	SECCIÓN HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS

Figura 15. Secciones de la empresa Industrial RFR.

Nº	MÁQUINA	PREFIJO
01	TORNO	TOR
02	FRESADORA	FRE
03	SOLDADORA	SUE
04	COMPRESOR	COM
05	PRENSA HIDRÁULICA	PRH
06	SIERRA	SIE
07	TALADROS DE PEDESTAL	TAL
08	HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS	HERR

Figura 16. Máquinas de la empresa Industrial RFR.

Teniendo en cuenta las abreviaciones señaladas para cada sección de la empresa, juntamente con el listado de equipos existentes. A su vez refleja un total de treinta máquinas involucradas en la producción de la empresa y siguiendo el formato de la Figura 14, se presenta a continuación en la Figura 17 la codificación correspondiente a las máquinas y equipos de la empresa Industrial RFR.

Nº	MÁQUINA	CODIFICACIÓN
01	DMTG CD S6266C	RFR_01_TOR_01
02	TOS TRECIN SN40	RFR_01_TOR_02
03	STOREBRO BRUCKS	RFR_01_TOR_03
04	LOGAN	RFR_02_FRE_01
05	ITALCO	RFR_02_FRE_02
06	TIG RONCH 200	RFR_03_SUE_01
07	MIG ELEKTRO INVERTER 290	RFR_03_SUE_02
08	SMAW ELEKTRO INVERTER MMA-251	RFR_03_SUE_03
09	AUTÓGENA	RFR_03_SUE_04
10	INGERSOLL RAND	RFR_04_COM_01
11	ITALMACC	RFR_05_PRH_01
12	PRENSA RFR	RFR_05_PRH_02
13	BS-712N	RFR_06_SIE_01
14	RONG LONG 16 STD-19B	RFR_07_TAL_01
15	RONG LONG 12 RLD-H19	RFR_07_TAL_02

16	ENTENALLA	RFR_08_HERR_01_01
17		RFR_08_HERR_01_02
18		RFR_08_HERR_01_03
19		RFR_08_HERR_01_04
20		RFR_08_HERR_01_05
21	AMOLADORA	RFR_08_HERR_02_01
22		RFR_08_HERR_02_02
23		RFR_08_HERR_02_03
24	NEUMÁTICA	RFR_08_HERR_03_01
25		RFR_08_HERR_03_02
26		RFR_08_HERR_03_03
27	DIVISOR	RFR_08_HERR_04_01
28	LIJADORA	RFR_08_HERR_05_01
29	PALETERA	RFR_08_HERR_06_01
30	TECLE GRÚA	RFR_08_HERR_07_01

Figura 17. Codificación de la maquinaria de la empresa Industrial RFR.

2.4. Secciones de las máquinas pertenecientes a la empresa Industrial RFR

A continuación, se detalla la clasificación de las máquinas existentes en la empresa Industrial RFR, así como la codificación correspondiente a cada equipo.

2.4.1. Sección de máquinas torno

Esta sección cuenta con tres tornos convencionales que forman parte del área de producción, en cada máquina se describe la parte eléctrica, mecánica y electrónica que poseen. La información de esta sección se presenta en la Figura 18.

SECCIÓN TORNO	RFR_01_TOR_01	PARTE ELECTRICA	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	1_01_01	• MOTOR PRINCIPAL
			SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	1_01_02	• BOMBA • SELECTOR
			SISTEMA DE ALIMENTACION	1_01_03	• ALIMENTACION A 220 V/60 Hz
			SISTEMA DE ILUMINACIÓN	1_01_04	• LAMPARA DE 55 W
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	1_01_05	• BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA • SENSOR DE MANDRIL • SELECTOR ON/OFF • FUSILES • CONTACTORES • BOBINAS
		PARTE MECÁNICA	CONTRAPUNTO	1_01_06	• CONO BT40-ER40 • PORTABROCAS • PUNTO GIRATORIO
			HUSILLO	1_01_07	• MANDRIL DE 3 O 4 MUELAS • TAPA DE SEGURIDAD
			BANCADA	1_01_08	• TORNILLOS DE ROSCAR • LUNETAS FIJAS • LUNETAS MÓVILES • BARRA DE CILINDRAR • BARRA DE AVANCE
			CAJA NORTON	1_01_09	• TREN DE ENGRANAJES • CORREAS DE TRANSMISIÓN • PALANCAS DE VELOCIDADES Y AVANCES
			CARROS	1_01_10	• CARRO TRANSVERSAL • CARRO LONGITUDINAL • PORTAHERRAMIENTAS • EMBRAGUE
		PARTE ELECTRONICA	COMPONENTES	1_01_11	• PANTALLA DIGITAL

SECCIÓN TORNO	RFR_01_TOR_02	PARTE ELECTRICA	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	1_02_01	• MOTOR PRINCIPAL
			SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	1_02_02	• BOMBA • SELECTOR
			SISTEMA DE ALIMENTACION	1_02_03	• ALIMENTACION A 220 V/60 Hz
			SISTEMA DE ILUMINACIÓN	1_02_04	• LAMPARA DE 30 W
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	1_02_05	• INTERRUPTOR • FUSIBLE • CONTACTORES • BOBINAS • PARO DE EMERGENCIA
		PARTE MECÁNICA	CONTRAPUNTO	1_02_06	• CONO BT40-ER40 • PORTABROCAS • PUNTO GIRATORIO
			HUSILLO	1_02_07	• MANDRIL DE 3 O 4 MUELAS
			BANCADA	1_02_08	• TORNILLOS DE ROSCAR • BARRA DE AVANCE • BARRA DE CILINDRAR • LUNETAS MÓVILES
			CAJA NORTON	1_02_09	• TREN DE ENGRANAJES • CORREAS DE TRANSMISIÓN • PALANCAS DE VELOCIDADES Y AVANCES
			CARROS	1_02_10	• CARRO TRANSVERSAL • CARRO LONGITUDINAL • PORTAHERRAMIENTAS • EMBRAGUE
		PARTE ELECTRONICA	NA		NA

SECCIÓN TORNO	RFR_01_TOR_03	PARTE ELECTRICA	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	1_03_01	• MOTOR PRINCIPAL
			SISTEMA DE ALIMENTACION	1_03_02	• ALIMENTACION A 220 V/60 Hz
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	1_03_03	• PARO DE EMERGENCIA • FUSIBLE • CONTACTORES • BOBINAS • SELECTOR DE H/L VELOCIDADES
		PARTE MECÁNICA	CONTRAPUNTO	1_03_04	• CONO BT40-ER40 • PORTABROCAS • PUNTO GIRATORIO
			HUSILLO	1_03_05	• MANDRIL DE 3 O 4 MUELAS
			BANCADA	1_03_06	• TORNILLOS DE ROSCAR • BARRA DE AVANCE • BARRA DE CILINDRAR • LUNETAS MOVIL • LUNETAS FIJA
			CAJA NORTON	1_03_07	• TREN DE ENGRANAJES • CORREAS DE TRANSMISIÓN • PALANCAS DE VELOCIDADES Y AVANCES
			CARROS	1_03_08	• CARRO TRANSVERSAL • CARRO LONGITUDINAL • PORTAHERRAMIENTAS
		PARTE ELECTRONICA	NA		NA

Figura 18. Sección torno.

2.4.2. Sección de máquinas fresadoras

Esta sección cuenta con dos fresadoras verticales que forman parte del área de producción, en cada máquina se describe la parte eléctrica, mecánica y electrónica que poseen. La información de esta sección se presenta en la Figura 19.

SECCIÓN FRESADORA	RFR_02_FRE_01	PARTE ELECTRICA	MOTORES	02_01_01	<ul style="list-style-type: none"> MOTOR PRINCIPAL TRIFASICO EN VERTICAL MOTOR REDUCTOR LATERAL MOTOR TRIFASICO FRONTAL
			SISTEMA DE REFRIGERANTE	02_01_02	<ul style="list-style-type: none"> INTERRUPTOR TIPO SWITCH BOMBA
			SISTEMA DE ILUMINACIÓN	02_01_03	<ul style="list-style-type: none"> LAMPARA DE 55 W
			SISTEMA DE ALIMENTACION	02_01_04	<ul style="list-style-type: none"> ALIMENTACION A 220 V/3F
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	02_01_05	<ul style="list-style-type: none"> PULSADOR DE GIRO PARO DE EMERGENCIA FUSIBLES CONTACTORES
		PARTE MECÁNICA	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	02_01_06	<ul style="list-style-type: none"> TREN DE ENGRANAJE TORNILLO DE AVANCE EJE X
			CABEZAL	02_01_07	<ul style="list-style-type: none"> HUSILLO MANIVELA DE NIVEL DE HUSILLO
			SOPORTE	02_01_08	<ul style="list-style-type: none"> BASE FIJA MESA COLUMNA TORPEDO
			SISTEMA DE MANEJO	02_01_09	<ul style="list-style-type: none"> VOLANTE EJE X PALANCA EJE Y
		PARTE ELECTRONICA	NA		NA

SECCIÓN FRESADORA	RFR_02_FRE_02	PARTE ELECTRICA	MOTORES	02_02_01	<ul style="list-style-type: none"> MOTOR PRINCIPAL TRIFASICO EN VERTICAL 2HP
			SISTEMA DE ALIMENTACION	02_02_02	<ul style="list-style-type: none"> ALIMENTACION A 220 V/3F
			SISTEMA DE ILUMINACIÓN	02_02_03	<ul style="list-style-type: none"> LAMPARA DE 24 W
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	02_02_05	<ul style="list-style-type: none"> PULSADOR DE GIRO PARO DE EMERGENCIA FUSIBLES CONTACTORES
			PARTE MECÁNICA	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	02_02_06
		CABEZAL		02_02_07	<ul style="list-style-type: none"> HUSILLO MANIVELA DE NIVEL DE HUSILLO
		SOPORTE		02_02_08	<ul style="list-style-type: none"> BASE FIJA MESA COLUMNA
		SISTEMA DE MANEJO		02_02_09	<ul style="list-style-type: none"> VOLANTE EJE X PALANCA EJE Y
		PARTE ELECTRONICA	NA		NA

Figura 19. Sección fresadora.

2.4.3. Sección de máquinas soldadoras

Esta sección cuenta con cuatro soldadoras que forman parte del área de producción, en cada soldadora se describe la parte eléctrica, mecánica y electrónica que poseen. La información de esta sección se presenta en la Figura 20.

SECCIÓN SOLDADORAS	RFR_03_SUE_01	PARTE ELÉCTRICA	SISTEMA DE ALIMENTACION	03_01_01	<ul style="list-style-type: none"> • RED DE ALIMENTACIÓN A 220 V • ENCHUFE AEREO
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	03_01_02	<ul style="list-style-type: none"> • INTERRUPTOR TIPO SWITCH • FUSIBLE • PINZA DE MASA
		PARTE MECÁNICA	SISTEMA DE TRABAJO	03_01_03	<ul style="list-style-type: none"> • TANQUE DE GAS ARGÓN DE 6 METROS CUBICOS
			ARCO DE SUELDA	03_01_04	<ul style="list-style-type: none"> • PEDAL METALICO • ANTORCHA
		PARTE ELECTRÓNICA	COMPONENTES	03_01_05	<ul style="list-style-type: none"> • SELECTOR DE CORRIENTE AC Y VOLTAJE • INDICADORES LED • VENTILADOR • BLOQUE DE CONTROL PCB • INDICADOR DIGITAL
SECCIÓN SOLDADORAS	RFR_03_SUE_02	PARTE ELÉCTRICA	SISTEMA DE ALIMENTACION	03_02_01	<ul style="list-style-type: none"> • RED DE ALIMENTACIÓN A 220 V
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	03_02_02	<ul style="list-style-type: none"> • DISYUNTOR • FUSIBLE • PINZA DE MASA
		PARTE MECÁNICA	SISTEMA DE TRABAJO	03_02_03	<ul style="list-style-type: none"> • TANQUE DE GAS CO2 DE 6 METROS CUBICOS
			CAJA DE CONTROL	03_02_04	<ul style="list-style-type: none"> • CARRETE DE ALAMBRE • ALIMENTADOR DE ALAMBRE
			SOPORTE	03_02_05	<ul style="list-style-type: none"> • SOPORTE MOVIL DE 4 RUEDAS
			ARCO DE SUELDA	03_02_06	<ul style="list-style-type: none"> • ANTORCHA CON PULSADOR
		PARTE ELECTRÓNICA	COMPONENTES	03_02_07	<ul style="list-style-type: none"> • POTENCIOMETRO DE CORRIENTE AC, VOLTAJE Y VELOCIDAD DE AVANCE • INDICADORES LED • VENTILADOR • MOTOR DC DE 24V • BLOQUE DE CONTROL PCB • INDICADOR DIGITAL

SECCIÓN SOLDADORAS	RFR_03_SUE_03	PARTE ELÉCTRICA	SISTEMA DE ALIMENTACION	03_03_01	• RED DE ALIMENTACION A 220 V
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	03_03_02	• INTERRUPTOR TIPO SWITCH • FUSIBLE • PINZA DE MASA
		PARTE MECÁNICA	ARCO DE SUELDA	03_03_03	• ELECTRODOS 6011, 6013, Y 6018 • PORTAELECTRODOS
		PARTE ELECTRÓNICA	COMPONENTES	03_03_04	• POTENCIOMETRO DE CORRIENTE AC Y VOLTAJE • INDICADORES LED • VENTILADOR • BLOQUE DE CONTROL PCB • INDICADOR DIGITAL
SECCIÓN SOLDADORAS	RFR_03_SUE_04	PARTE MECÁNICA	ARCO DE SUELDA	03_04_01	• FUNDICIÓN DE MATERIAL
			SISTEMA DE TRABAJO	03_04_02	• COMBUSTIÓN DE GASES
			SOPORTE	03_04_03	• COCHE DE TRES RUEDAS
			SISTEMA DE CONTROL	03_04_04	• VÁLVULAS DE PRESIÓN • MANÓMETRO

Figura 20. Sección de soldadoras.

2.4.4. Sección de máquina compresor

Esta sección cuenta con un compresor que forman parte del área de producción, en cada máquina se describe la parte eléctrica, mecánica y electrónica que poseen. La información de esta sección se presenta en la Figura 21.

SECCIÓN COMPRESOR	RFR_04_COM_01	PARTE ELÉCTRICA	MOTORES	04_01_01	• MOTOR ELECTRICO ODP TRIFASICO 5HP
			SISTEMA DE ALIMENTACION	04_01_02	• ALIMENTACION A 220 V
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	04_01_03	• SELECTOR DE PRESIÓN • CONTROL AUTOMATICO DE ARRANQUE
		PARTE MECÁNICA	NEUMÁTICA	04_01_04	• TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 60 GALONES • PISTONES • CORREAS DE TRANSMISIÓN • MANÓMETRO
			SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	04_01_05	• TUBERÍAS DE ACERO DE 1/2 PULGADA
			LUBRICACIÓN	04_01_06	• ACEITE ISO VG 32-46-60

Figura 21. Sección de compresor.

2.4.5. Sección de máquinas prensa hidráulica

Esta sección cuenta con dos prensas hidráulica que forman parte del área de producción, en cada prensa se describe la parte eléctrica, mecánica y electrónica que poseen. La información de esta sección se presenta en la Figura 22.

SECCIÓN PRENSA HIDRÁULICA	RFR_05_PRH_01	PARTE ELECTRICA	MOTORES	05_01_01	• MOTOR PRINCIPAL TRIFASICO 220V
			SISTEMA DE ALIMENTACION	05_01_02	• ALIMENTACION A 220 V
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	05_01_03	• INTERRUPTOR ON/OFF
		PARTE MECÁNICA	SISTEMA HIDRÁULICO	05_01_04	• CILINDRO HIDRÁULICO
			LUBRICACIÓN	05_01_05	• ACEITE HIDRÁULICO #32
			SISTEMA DE MANEJO	05_01_06	• PALANCA DE CONTROL PARA CILINDRO
	PARTE ELECTRONICA	NA		NA	
	RFR_05_PRH_02	PARTE ELECTRICA	NA	05_02_01	NA
		PARTE MECÁNICA	GATO HIDRÁULICO	05_02_02	NA
			RESORTE DE 30 cm	05_02_03	NA
PARTE ELECTRONICA		NA		NA	

Figura 22. Sección de prensa hidráulica.

2.4.6. Sección de máquina sierra

Esta sección cuenta con un compresor que forman parte del área de producción, en cada máquina se describe la parte eléctrica, mecánica y electrónica que poseen. La información de esta sección se presenta en la Figura 23.

SECCIÓN SIERRA	RFR_06_SIE_01	PARTE ELÉCTRICA	MOTORES	06_01_01	• MOTOR 1HP MONOFÁSICO
			SISTEMA DE ALIMENTACION	06_01_02	• ALIMENTACION A 110 V
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	06_01_03	• PARO DE EMERGENCIA • SENSOR DE MOVIMIENTO
		PARTE MECÁNICA	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	06_01_04	• CORREAS DE TRANSMISIÓN EN V • POLEAS
			SISTEMA DE AJUSTE	06_01_05	• ABRAZADERAS RÁPIDAS
			HIDRÁULICA	06_01_06	• CILINDRO HIDRÁULICO
	PARTE ELECTRONICA	NA		NA	

Figura 23. Sección de sierra.

2.4.7. Sección de máquina taladros

Esta sección cuenta con dos taladros que forman parte del área de producción, en cada taladro se describe la parte eléctrica, mecánica y electrónica que poseen. La información de esta sección se presenta en la Figura 24.

SECCIÓN TALADROS	RFR_07_TAL_01	PARTE ELECTRICA	MOTORES	07_01_01	• MOTOR TRIFASICO 110V
			SISTEMA DE ALIMENTACION	07_01_02	• ALIMENTACION A 110 V BIFASICO
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	07_01_03	• INTERRUPTOR DE ON/OFF
		PARTE MECÁNICA	SISTEMA DE POLEAS	07_01_04	• BANDAS
			MANDRIL	07_01_05	• CONO BT 40 • MANDRIL DE 1/2 PULGADA
			SOPORTE	07_01_06	• BASE ACOPLADA A LA COLUMNA DE MANDRIL • MESA CIRCULAR METALICA
			SISTEMA DE MANEJO	07_01_07	• VOLANTE CREMALLERA
	PARTE ELECTRONICA	NA		NA	
	RFR_07_TAL_02	PARTE ELECTRICA	MOTORES	07_02_01	• MOTOR TRIFASICO 110V
			SISTEMA DE ALIMENTACION	07_02_02	• ALIMENTACION A 110 V BIFASICO
			ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	07_02_03	• INTERRUPTOR DE ON/OFF
		PARTE MECÁNICA	SISTEMA DE POLEAS	07_02_04	• BANDAS
			MANDRIL	07_02_05	• CONO BT 40 • MANDRIL DE 1/2 PULGADA
			SOPORTE	07_02_06	• BASE ACOPLADA A LA COLUMNA DE MANDRIL • MESA CIRCULAR METALICA
SISTEMA DE MANEJO			07_02_07	• VOLANTE CREMALLERA	
PARTE ELECTRONICA	NA		NA		

Figura 24. Sección taladros.

2.5. Servicios que brinda la empresa Industrial RFR

La empresa Industrial RFR se caracteriza por brindar servicios de vanguardia con el fin de solucionar distintos tipos de problemáticas, que se presentan en casi cualquier industria con la fabricación y mecanizado de piezas metálicas. La precisión y calidad que ofrece la empresa se debe a la experiencia en el manejo de las máquinas industriales previamente indicadas. Los servicios que ofrece la empresa abarcan desde el cilindrado y fresado de piezas con gran precisión, acoplándose a las especificaciones, exigencias y requerimientos de cada proyecto que necesite el cliente en cuestión.

A continuación, se destaca los servicios que ofrece la empresa Industrial RFR.

2.5.1. Servicio de torno

Las máquinas de torno y el servicio en cuestión tienen una parte integral de capacidad de fabricación en la empresa, además tiene una enorme importancia dentro de la industria RFR, esto se debe por los servicios brindados desde hace más de 30 años, destacando en su fabricación buenos acabados superficiales en las piezas cilindradas. En la Figura 25 y Figura 26 se ilustra el trabajo de cilindrado de unos rodamientos, que también incluye el ajuste de este último.

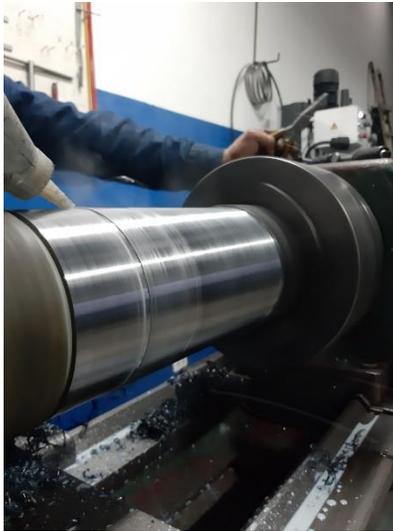


Figura 25. Cilindrado de rodillos.



Figura 26. Ajuste de rodillos.

Al momento de describir piezas con alta precisión y acabado superficial, se hace mención al proceso de rectificación que se desarrolla en las máquinas de torno. Se realiza este proceso de acabado para eliminar excesos de material y llegar con los acabados deseados del cliente, tal y como se muestra en la Figura 27, donde se ilustra la rectificación de unos discos elaborados por los tornos disponibles en la empresa.



Figura 27. Rectificado de discos en torno.

2.5.2. Servicio de fresadora

El proceso de fresado como servicio que brinda la empresa Industrial RFR es influyente en el mecanizado de piezas industriales ya que los requerimientos que se necesitan en esta sección por parte de la demanda hacen que se ocupen diferentes operaciones esenciales con precisión y buen acabado dejando así un producto final con valor y garantizado. A continuación, se encuentra ejemplos de los servicios que brinda la empresa tal como en la Figura 28, que muestra el proceso de perforación con bajas tolerancias previamente especificadas y, en la Figura 29 el rectificado de múltiple de escape que por factores como corrosión, desgaste y excesos de temperaturas es necesario hacer uso del proceso de fresado para así tener una superficie perfecta y en buenas condiciones para volver a operar.



Figura 28. Perforaciones equidistantes.



Figura 29. Rectificado de múltiples de escape.

2.5.3. Servicio de prensa hidráulica

El servicio de prensa hidráulica juega un rol trascendental en la empresa ya que existen trabajos que hacen que el uso de este equipo no se limite a ensamble de piezas a presión mediante ajuste como se muestra en la Figura 30, sino que también se la emplea en procesos de troquelado de piezas en serie para producción en masa presentado en la Figura 31.



Figura 30. Ensamble de piezas.



Figura 31. Troquelado de piezas en serie.

2.5.4. Servicio de soldaduras especiales

Los procesos de soldadura son necesarios para poder realizar procesos en los distintos materiales que vienen a ser trabajados en la empresa Industrial RFR, existen materiales como aceros al carbono, hierro fundido, acero inoxidable, aleaciones, aluminio, entre otros. Es por lo que la obtención de los equipos indispensables para realizar las juntas y uniones de soldadura en los trabajos que se presentan tiene un papel fundamental ya que como se muestra en la Figura 32 el proceso TIG se emplea en materiales de alto porcentaje de níquel (aceros inoxidables), en este caso dejando un acabado fino y presentable. En la Figura 33 el proceso SMAW se aplica para objetos que van a tener una mayor resistencia como a compresión o tracción. También se cuenta con el proceso de autógena que sirve para calentar metales para forjarlos o ablandarlos físicamente y, el MIG para manejar una línea de juntas más sencillas y rápidas.



Figura 32. Proceso de soldadura TIG.



Figura 33. Ejemplo de proceso con soldadura MIG.

La información abordada en este capítulo describe la situación de la empresa y todas las máquinas involucradas, se da a conocer cuál es la misión y visión que encamina la empresa, así como también el tamaño y todo el personal responsable de cada área. En las secciones se da a conocer con más detalles todas las partes funcionales de cada máquina, de esta manera comprender los elementos que componen las mismas y así tener en cuenta la información necesaria para elaborar el plan de mantenimiento preventivo.

Al mencionar los servicios que brinda la empresa se hace énfasis en cómo se ejecuta los trabajos de cilindrado, fresado, taladrado, soldadura, entre otros.

CAPÍTULO III

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR

Este capítulo se centrará en el procedimiento de planificación para analizar los requisitos y avanzar en la elaboración de plan de mantenimiento. Así también asignar actividades estratégicas en las diferentes secciones de máquinas. Todo esto para mejorar la confiabilidad y eficiencia que ayuda a impulsar la producción de la empresa Industrial RFR.

También se enfoca en el análisis de criticidad de las máquinas y equipos, que llevará a cabo la elaboración de documentos necesarios a través de plantillas diseñadas de mantenimiento dirigida a la empresa Industrial RFR.

3.1. Análisis de criticidad de las máquinas vinculadas a la empresa Industrial RFR

Para conocer la importancia de las máquinas, se realizan evaluaciones de diferentes factores funcionales que rige el equipo. Estos factores vienen a ser las frecuencias de uso del equipo, el impacto que tiene la máquina en la producción de la empresa, la seguridad y los tiempos de reparación.

La elaboración de dichas evaluaciones se realiza con la finalidad de utilizar los recursos existentes dentro de la empresa u organización. Además, conseguir el nivel de criticidad de cada equipo con la intención de separar los equipos que son indispensables en la producción con los que no son indispensables [25].

El análisis de criticidad realizado para las máquinas vinculadas a la empresa Industrial RFR hará hincapié en los factores ya mencionados, en la Figura 34, se ilustrará los detalles de estos factores. Además de ello se toma en cuenta la ecuación y criterios de evaluación correspondiente a criticidad total, en la Ecuación (1).

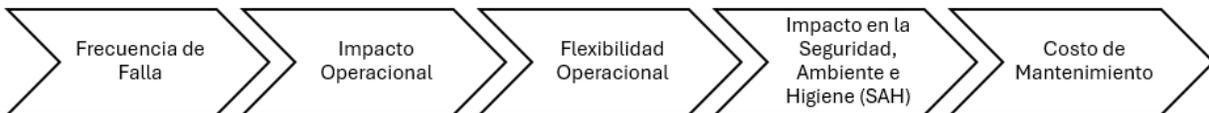


Figura 34. Factores fundamentales para la evaluación de criticidad.

$$CT = FF \times C \quad (1)$$

En Donde:

- *CT*: Es la Criticidad Total que presente el equipo.
- *FF*: Son las Frecuencia de Falla que presenta las máquinas a lo largo de la operación desarrollada
- *C*: Consecuencia o Criticidad que tendrá las máquinas.

Además de ello, los valores obtenidos en la Consecuencia se deben gracias a los términos que se presentan en la siguiente Ecuación (2).

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM \quad (2)$$

En Donde:

- *IO*: Es el Impacto Operacional que tiene la máquina en cuestión dentro de la empresa.
- *FO*: La Flexibilidad Operacional que tiene la máquina, si dispone de repuestos y piezas de cambio dentro de la empresa.
- *SAH*: Son los factores de Seguridad, Ambiente e Higiene que presente la máquina tanto en el operador como en la infraestructura de la empresa.
- *CM*: Son los Costos de Mantenimiento que tendrá la máquina en caso de requerir dicha actividad.

Para desarrollar las ecuaciones mencionadas anteriormente, se obtendrá datos numéricos conforme la ponderación de los factores establecidos. En la Figura 35 se ilustrará los criterios de evaluación desarrollado para la empresa Industrial RFR.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Apellido Nombre
		Fecha:	DD/MM/AAAA
		Código de Máquina	
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 ()	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 ()	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 ()	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 ()	

Figura 35. Criterio de evaluación para la criticidad de los activos de la empresa Industrial RFR.

El dato numérico obtenido luego de realizar la evaluación de criticidad procederá a designar que máquinas y equipos de la empresa Industrial RFR, son más dispensables para la producción. Mediante esta designación, los datos se ubican según el resultado mediante la ayuda de una matriz que refleja la criticidad de una manera jerarquizada, ilustrada en la Figura 36.

FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
		CRITICIDAD					

Figura 36. Matriz de criticidad creada para los activos de la empresa Industrial RFR.

En donde las máquinas y equipos serán designados de la siguiente manera:

- NC: Máquinas y Equipos “No Críticos”.
- MC: Máquinas y Equipos “Mediamente Críticos”.
- C: Máquinas y Equipos “Críticos”.

El eje vertical perteneciente en la matriz de la Figura 36, vendrá a ser las frecuencias de falla obtenidas de las evaluaciones de criticidad de la máquina en cuestión. Así como el eje horizontal vendrá a ser el puntaje de consecuencia obtenida en la evaluación, con una escala de puntuación de 1-5 puntos.

Con la necesidad de realizar evaluaciones de criticidad para las máquinas y equipos de la empresa Industrial RFR y, luego de establecer los factores, criterios y ponderación para designar la criticidad de las máquinas, se presenta los siguientes resultados obtenidos del análisis realizado en cada sección de las máquinas a continuación. En Anexo 1 se encuentra el respaldo de las evaluaciones de criticidad realizadas.

3.1.1. Evaluación de criticidad para la sección de máquinas torno

Luego de los detalles establecidos, se presentará la metodología de las evaluaciones de criticidad realizada en las máquinas de tornos, en este caso será visible el código de la máquina en cuestión. Los datos obtenidos de la evaluación se adjuntan en el Anexo 1, utilizando las ecuaciones (1) (2) ya mencionadas se presenta de manera desarrollada el resultado de criticidad del torno DMGT CDS6266C/1500:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (1 \times 1) + 2 + 1$$

$$C = 4$$

$$CT = FF \times C = 1 \times 4 = 4$$

$$CT = 4 \text{ o } 0.4$$

En la Figura 37 se puede apreciar que la criticidad actual de la máquina es de “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR		Elaborado por:		Flores René Robles Elian		
			Fecha:		29/4/2024		
			Codigo de la máquina:		RFR_01_TOR_01		
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRITICO			

Figura 37. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_01_TOR_01.

Los datos de criticidad del torno Tos Trencin SN40C se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 2 + 1$$

$$C = 13$$

$$CT = FF \times C = 3 \times 13 = 39$$

$$CT = 39 \text{ o } 3.9 \text{ que sería a cuatro}$$

A continuación, se ilustra en la Figura 38 la situación actual de la máquina donde refleja que es “Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_01_TOR_02				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				CRITICO			

Figura 38. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_01_TOR_02.

Los datos de criticidad del torno Storebro Brucks GK195 se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 2 + 1$$

$$C = 13$$

$$CT = FF \times C = 2 \times 13 = 26$$

$$CT = 26 \text{ o } 2.6 \text{ que sería a tres}$$

En la Figura 39 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina es “Medianamente Crítica”.

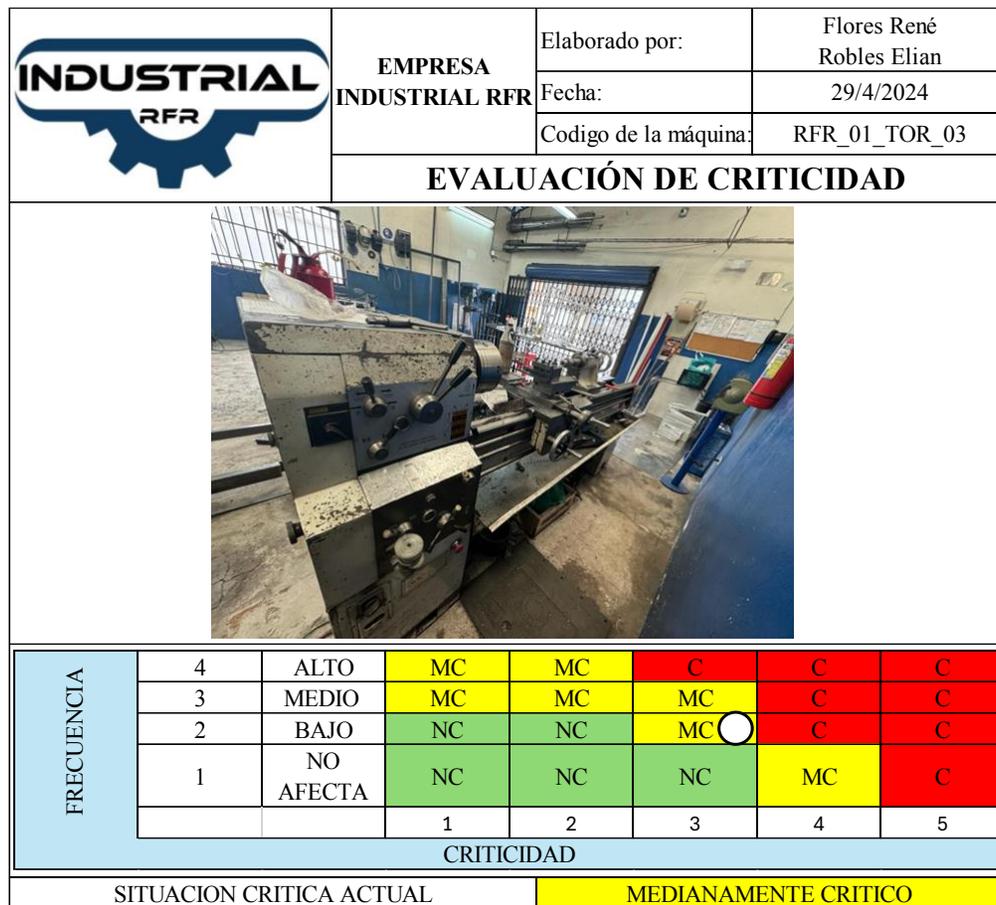


Figura 39. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_01_TOR_03.

3.1.2. Evaluación de criticidad para la sección de máquinas fresadora

Los datos de criticidad de la fresadora ITALCO DM45L se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 2 + 1$$

$$C = 13$$

$$CT = FF \times C = 3 \times 13 = 39$$

$$CT = 39 \text{ o } 3.9 \text{ que sería a cuatro}$$

En la Figura 40 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_02_FRE_01				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				CRITICO			

Figura 40. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_02_FRE_01.

Los datos de criticidad de la fresadora LOGAN se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 4) + 2 + 1$$

$$C = 23$$

$$CT = FF \times C = 2 \times 23 = 46$$

$$CT = 46 \text{ o } 4.6 \text{ que sería a cinco}$$

En la Figura 41 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_02_FRE_02				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	●
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				CRITICO			

Figura 41. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_02_FRE_02.

3.1.3. Evaluación de criticidad para la sección de máquinas soldadoras

Los datos de criticidad de la soldadora TIG RONCH 200 CDS6266C/1500 se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (1 \times 2) + 6 + 1$$

$$C = 9$$

$$CT = FF \times C = 1 \times 9 = 9$$

$$CT = 9 \text{ o } 0.9 \text{ que sería a uno}$$

En la Figura 42 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_03_SUE_01				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUCENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRITICO			

Figura 42. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_01.

Los datos de criticidad de la soldadora MIG ELEKTRO INVERTER 290 se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 1) + 6 + 1$$

$$C = 12$$

$$CT = FF \times C = 2 \times 12 = 24$$

$$CT = 24 \text{ o } 2.4 \text{ que sería a dos}$$

En la Figura 43 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_03_SUE_02				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
				1	2	3	4
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRITICO			

Figura 43. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_02.

Los datos de criticidad de la soldadora SMAW ELEKTRO INVERTER MMA 251 se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 6 + 1$$

$$C = 17$$

$$CT = FF \times C = 2 \times 17 = 34$$

$$CT = 34 \text{ o } 3.4 \text{ que sería a tres}$$

En la Figura 44 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR		Elaborado por:		Flores René Robles Elian		
			Fecha:		29/4/2024		
			Codigo de la máquina:		RFR_03_SUE_03		
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				MEDIANAMENTE CRITICO			

Figura 44. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_03.

Los datos de criticidad de la soldadora Autógena se evaluarán a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 6 + 1$$

$$C = 17$$

$$CT = FF \times C = 1 \times 17 = 17$$

$$CT = 17 \text{ o } 1.7 \text{ que sería a dos}$$

En la Figura 45 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_03_SUE_04				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	○ NC	NC	MC	C
				1	2	3	4
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRITICO			

Figura 45. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_03_SUE_04.

3.1.4. Evaluación de criticidad para la sección de máquina compresor

Los datos de criticidad del compresor INGRESOL RAND se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 1) + 2 + 1$$

$$C = 8$$

$$CT = FF \times C = 2 \times 8 = 16$$

$$CT = 16 \text{ o } 1.6 \text{ que sería a dos}$$

En la Figura 46 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_04_COM_01				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
				1	2	3	4
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRITICO			

Figura 46. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_04_COM_01.

3.1.5. Evaluación de criticidad para la sección de prensa hidráulica

Los datos de criticidad de la prensa hidráulica ITALMACC DM45L se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (1 \times 2) + 8 + 1$$

$$C = 11$$

$$CT = FF \times C = 2 \times 11 = 22$$

$$CT = 22 \text{ o } 2.2 \text{ que sería a dos}$$

En la Figura 47 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_05_PRH_01				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRITICO			

Figura 47. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_05_PRH_01.

Los datos de criticidad de la prensa hidráulica manual se evaluarán a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (1 \times 4) + 2 + 1$$

$$C = 7$$

$$CT = FF \times C = 1 \times 7 = 7$$

$$CT = 7 \text{ o } 0.7 \text{ que sería a uno}$$

En la Figura 48 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_05_PRH_02				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
				1	2	3	4
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRITICO			

Figura 48. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_05_PRH_02.

3.1.6. Evaluación de criticidad para la sección de máquina sierra

Los datos de criticidad de la sierra de metal se evaluarán a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 8 + 1$$

$$C = 17$$

$$CT = FF \times C = 4 \times 19 = 76$$

$$CT = 76 \text{ o } 7.6 \text{ que sería a } 8$$

En esta ocasión se toma en cuenta que la máquina rebasa la ponderación de 5 puntos, por lo cual se toma en cuenta a la máquina como “Crítico”. En la Figura 49 se evidencia la matriz de criticidad para la sierra de metal en la ponderación más alta.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian				
		Fecha:	29/4/2024				
		Código de la máquina:	RFR_06_SIE_01				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5 a 10
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				CRITICO			

Figura 49. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_06_SIE_01.

3.1.7. Evaluación de criticidad para la sección de taladros

Los datos de criticidad del taladro RONG LONG 16 STD-19B se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 2 + 1$$

$$C = 13$$

$$CT = FF \times C = 1 \times 13 = 13$$

$$CT = 13 \text{ o } 1.3 \text{ que sería a uno}$$

En la Figura 50 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR		Elaborado por:		Flores René Robles Elian		
			Fecha:		29/4/2024		
			Codigo de la máquina:		RFR_07_TAL_01		
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRÍTICO			

Figura 50. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_07_TAL_01.

Los datos de criticidad del taladro RONG LONG 12 RLD-H19 se evaluará a continuación:

$$C = (IO \times FO) + SAH + CM = (5 \times 2) + 2 + 1$$

$$C = 13$$

$$CT = FF \times C = 1 \times 13 = 13$$

$$CT = 13 \text{ o } 1.3 \text{ que sería a uno}$$

En la Figura 51 se ilustra la matriz de criticidad en donde muestra que la máquina se designa como “No Crítico”.

	EMPRESA		Elaborado por:		Flores René Robles Elian		
	INDUSTRIAL RFR		Fecha:		RFR_07_TAL_02		
			Codigo de la máquina:				
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD							
							
FRECUENCIA	4	ALTO	MC	MC	C	C	C
	3	MEDIO	MC	MC	MC	C	C
	2	BAJO	NC	NC	MC	C	C
	1	NO AFECTA	NC	NC	NC	MC	C
			1	2	3	4	5
CRITICIDAD							
SITUACION CRITICA ACTUAL				NO CRÍTICO			

Figura 51. Matriz de criticidad en la máquina con código RFR_07_TAL_02.

3.2. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en las máquinas de la empresa Industrial RFR

Es fundamental que el análisis y métodos de efecto sean parte del plan de mantenimiento, debido a ello la empresa Industrial RFR propone una platilla de tipo AMFE para llevar el control de los problemas que surgen en el tiempo.

Este análisis de modos y efectos de fallo permite determinar los posibles efectos que se pueden presentar en las máquinas de la empresa Industrial RFR, que afectan directamente al funcionamiento y proceso durante la ejecución de este.

Si bien es cierto que este análisis brinda la información necesaria acerca de un problema, también informa el tipo de actividad que se debe realizar una vez que la falla se presente, estas actividades

van desde limpieza del equipo hasta reemplazo de partes y piezas que componen a los mismos. Es así que este análisis encuentra una solución rápida y prevista ante cualquier evento.

En la Figura 52 se puede observar el rango de evaluación de los efectos que originan los fallos posibles fallos de las máquinas. Esta evaluación parte con índices de tipo F, es decir, de frecuencia, que se refiere a la probabilidad con la que el modo de fallo es detectado antes que la máquina sufra algún tipo de avería. De tipo D, es decir, detección, que significa la capacidad para detectar un fallo antes de presentarse, en otras palabras, se adelanta a los efectos perjudiciales de un equipo mediante la prevención ya sea por una evaluación previamente realizada o síntomas de efectos adversos de la máquina. De tipo IPD, es decir, índice de prioridad de riesgo, que es el resultado del cálculo entre la gravedad y la detección del sistema en donde si el IPR es bajo el equipo está funcionando correctamente y sin preocupaciones. Sin embargo, si el IPR es alto se recomienda realizar revisiones constantes para evitar riesgos y fallos hacia el ambiente de trabajo.

PUNTUACIÓN				
F	G	D	IPR	EVALUACIÓN
1	1	1	1 - 9	BAJO
2	2	2	10 - 18	MEDIO
3	3	3	19 - 27	ALTO

Figura 52. Margen de puntuación para el análisis AFME.

A continuación, en la Figura 53 se presenta la matriz de formato AMFE acoplada para la empresa Industrial RFR que servirá para aplicarse en todas las máquinas que existen en el área de producción. En Anexo 2, se documenta los análisis de los equipos restantes de cada sección.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)			CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE HOJA					
NOMBRE Y DTPN. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO			MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO		FECHA DE BASTIÓN	
		COORDINADOR: (Nombre y Dpto.)					PUNTUACIÓN		RECOMENDACIÓN	
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	F	G	D	IPR	
1										
2										
3										
4										

Figura 53. Matriz AFME.

3.2.1. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Tornos

Para la sección de Torno, tal como se aprecia en la Figura 54, el formato AMFE brinda información de los posibles elementos que son susceptibles a fallos y que podrían presentar problemas a lo largo del uso que se le da a la máquina RFR_01_TOR_01.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: TORNO DMTG		CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_01_TOR_01		HOJA: 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO		COORDINADOR: PERSONAL ASIGNADO		MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN:		FECHA DE INICIO:		FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTAJACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Interruptor	Alimentar o cortar flujo de corriente desde el tablero de alimentación principal hacia el interruptor	Desgaste de mecanismo y funcionalidad	Manipulación diaria para encender y apagar equipo	Sobrecargas y cortocircuitos	1	3	3	9	No forzar su manipulación y cambiar de ser necesario
2	Guías de bancada	Guiar a la bancada a desplazarse en el eje X y Z	Desgaste superficial	Uso continuo y falta de lubricación	La tolerancia de las piezas bajan considerablemente	1	2	2	4	Limpia y lubricar constantemente
3	Interruptor "paro de emergencia" secundario	Cortar energía inmediatamente el equipo ante una emergencia	Rotura de botonera	Mala manipulación del botón, se lo ocupa para apagar el equipo constantemente	No identificación del paro de emergencia secundario de la máquina	1	1	1	1	Cambiar botón de emergencia
4	Torreta de herramientas	Fijar las herramientas a utilizarse para el mecanizado	Desgaste de pernos que sujetan a las herramientas de la torreta	Uso diario para ajuste y desajuste de herramientas	Vibraciones que generan un acabado rugoso	2	3	2	12	Fabricar y cambiar pernos
5	Lámpara	Iluminar el equipo en condiciones de baja visibilidad	Foco quemado	Rotura	No correcta iluminación	1	1	1	1	Se recomienda tener el foco de repuesto y cambiarlo
6	Carros	Desplazamiento a lo largo de los ejes	Desgaste en desplazamiento horizontal, vertical y auxiliar	Uso permanente	Bajan las tolerancias de mecanizado	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar
7	Contra punto	Perforar y/o centrar piezas	Mala calibración de centros	Descuido de ajustes	Piezas con inclinaciones y medidas no deseadas	2	2	2	8	Se recomienda ajustar periódicamente
8	Caja Norton	Sistema de transmisión del equipo	Desgaste en engranajes y correas	Falta de lubricación y desgaste por tiempo de uso	Velocidades y avances incorrectos	3	3	3	27	Revisar constantemente la caja y sus componentes

Figura 54. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_01_TOR_01.

3.2.2. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Fresadoras

Para la sección de Fresadora, tal como se aprecia en la Figura 55, el formato AMFE proporciona la información de los posibles elementos que son susceptibles a fallos y que podrían presentar riesgos o problemas a lo largo del uso que se le da a la máquina RFR_02_FRE_01.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE-PARTE DEL PROCESO FRESADORA LOGAN		CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_02_FRE_01		HOJA 1		
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO				COORDINADOR: PERSONAL ASIGNADO		MODELO SISTEMA FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		
								FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTAJACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Columna	Dar rigidez a la estructura del equipo	Vibraciones constantes	Falta de empotración hacia el suelo	Vibraciones en toda la estructura del equipo	1	1	1	1	Se recomienda anclar y nivelar el equipo
2	Motor	Da la alimentación de movimiento al equipo	Desgaste de motor	No mantenimiento adecuado	No funcionamiento de la máquina	1	2	2	4	Se recomienda revisar estado del motor constantemente
3	Carro longitudinal	Se desplaza en sentido X	Desgaste en guías de desplazamiento	Uso continuo	No precisión en piezas	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar las guías diariamente
4	carro transversal	Se desplaza en sentido Y	Desgaste en guías de desplazamiento	Uso continuo	No precisión en piezas	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar las guías diariamente
5	Carro vertical	Se desplaza en sentido Z	Desgaste en guías de desplazamiento	Uso continuo	No precisión en piezas	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar las guías diariamente
6	Ejes accionadores de carros	Ejes roscados para accionado de eje automático	Desgaste en ejes roscados	Engrane de engranaje motor con eje transmisor	Engrane inadecuado	2	2	2	8	Se recomienda engranar con el motor apagado
7	Husillo	Ajustar las herramientas de corte	Desgaste de rosca y/o boquilla	Ajuste incorrecto de herramientas	Daño de rosca	2	3	3	18	Se recomienda ajustar y aflojar las herramientas con el torque adecuado
8	Botonera de ON-OFF	Alimenta corriente al motor para su funcionamiento	Desgaste de funcionalidad	Manipulación diaria	No encendido ni apagado del equipo	1	1	1	1	Se recomienda cambiar en caso de daño
9	Bomba de refrigeración	Refrigera las herramientas y piezas de corte	Desgaste de bomba	No mantenimiento adecuado	Quema herramientas de corte por falta de refrigeración	1	1	2	2	Se recomienda revisar el estado de la bomba constantemente

Figura 55. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_02_FRE_01.

3.2.3. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Soldadoras

En la sección de Soldadoras, tal como se aprecia en la Figura 56, el formato AMFE contiene información de los posibles elementos susceptibles a fallos y que podrían presentar riesgos o problemas a lo largo del uso que se le da a la máquina RFR_03_SUE_01 que podrían afectar incluso al operador.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: SOLDADORA RONCH TIG			CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_03_SUE_01			HOJA 1	
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO		COORDINADOR: PERSONAL ENCARGADO			MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN			FECHA DE INICIO		FECHA DE REVISIÓN	
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN	
						F	G	D	IPR		
1	ANTORCHA	Controla el arco de soldadura y candal de gas	Desgaste de componentes	Calor generado en el proceso	Mal contacto entre superficie-antorcha	2	3	3	18	Se recomienda tener los consumibles necesarios	
2	PEDAL	Ajusta gradualmente la corriente utilizada en el proceso de soldadura	Daño de resortes reguladores	Uso inadecuado	Fundición de metal incorrecto, puede generar grietas en el proceso	2	2	2	8	Se recomienda hacer una limpieza periódica y revisión de mecanismo	
3	MASA	Elemento conductor de electricidad	Degradación por quemaduras con el tiempo	Incorrecta conexión	Mal contacto para paso de electricidad	1	1	1	1	Se recomienda colocar correctamente la piza	
4	FUENTE	Proporciona la alimentación necesaria para el proceso de soldadura	Quema de componentes internos	Mala regulación y exceso de ciclos de trabajo	Baja la vida del equipo	2	2	2	8	Se recomienda trabajar con los ciclos establecidos para la máquina.	
5	GAS ARGÓN	gas inerte para crear capa protectora a la soldadura	No existencia de gas	Uso en el proceso	No se puede realizar el proceso	3	3	3	27	Se recomienda tener un control para tener un gas en stock	
6	MANÓMETRO	Controla la presión ejercida en el proceso de soldadura	Manipulación constante	Desgaste por apertura y cierre continuo	No se regula el candal correcto para la protección del proceso	1	1	1	1	Se recomienda manipular delicadamente el dispositivo	
7	TOMA CORRIENTE	Permite realizar la conexión del equipo	Conexiones constantes	Conexión y desconexión a corriente	Cortocircuitos indeseados	1	1	1	1	Se recomienda colocar y desconectar cuidadosamente el dispositivo	
8	CABLE DE ENERGÍA Y GAS	Permite la circulación de corriente y energía hacia el equipo y proceso	Desgaste prematuro	Arrastre no intencional en el suelo	Afecta al operador por cortocircuito y desperdicio de gas al ambiente	1	2	1	2	Se recomienda evitar el arrastre innecesario	
9	BOTONERA DE REGULACIÓN	Regular el equipo según requerimiento	Desgaste de perillas y botones	Uso permanente por trabajo	Mala calibración del equipo	2	2	1	4	Se recomienda realizar una revisión de parte electrónica	

Figura 56. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_03_SUE_01.

3.2.4. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección del compresor

Finalmente, en la sección de Compresor, como se ilustra en la Figura 57, el formato AMFE contiene la información y datos de los componentes que son posiblemente susceptibles a fallos y efectos, que podrían presentar riesgos o problemas a lo largo del proceso y trabajo que se le da al Compresor RFR_04_COM_01.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: INGERSOLL RAND			CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_04_COM_01			HOJA 1	
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO		COORDINADOR: PERSONAL ENCARGADO			MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN			FECHA DE INICIO		FECHA DE REVISIÓN	
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN	
						F	G	D	IPR		
1	CABEZAL	Se encuentran los pistones que comprimen el aire mediante aspiración y compresión	Desgaste de pistones	Trabajo continuo, calor disipado	Potencia del motor disminuye, aumento de consumo energético	1	3	2	6	Se recomienda hacer mantenimiento adecuado dependiendo de las horas de trabajo	
2	MANÓMETRO	Controla la presión ejercida en el proceso	Manipulación constante	Desgaste por apertura y cierre continuo	No se regula el caudal correcto para el proceso	1	3	3	9	Se recomienda manipular delicadamente el dispositivo	
3	VÁLVULA DE RETENCIÓN	Permite almacenar aire mediante la retención del mismo	Rotura de válvula	Trabajo continuo, calor disipado	Fugas de aire	2	3	2	12	Se recomienda limpiar la válvula y/o cambiar el elemento	
4	MOTOR	Proporciona energía de trabajo al equipo	Falla de motor	No revisión continua	Pérdida de fuerza para realizar el trabajo	2	3	2	12	Se recomienda medir amperaje y voltaje constantemente	
5	PRESOSTATO	Ayuda a mantener la presión en el tanque de almacenamiento	Rotura de elemento	Exceso de calibración de presión	Pérdida de presión	1	3	2	6	Se recomienda calibrar y revisar la presión interna del tanque diariamente	
6	TANQUE	Almacena el aire comprimido	Rotura de juntas de soldadura	Exceso de carga de aire	Explosión de tanque	1	3	2	6	Se recomienda calibrar y revisar la presión interna del tanque diariamente	
7	PURGADOR MANUAL	Drena la humedad que se acumula en el tanque	Daño de sello, empaques, llave	Mala manipulación del elemento	Fugas de aire y humedad existente	1	3	1	3	Se recomienda revisar el estado y mecanismo del elemento	

Figura 57. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_04_COM_01.

3.2.5. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Prensa Hidráulica

Con respecto a la sección de Prensa Hidráulica, como se ilustra en la Figura 58, el formato AMFE proporciona la información de los posibles elementos y componentes que son susceptibles a fallos y que podrían presentar riesgos o problemas a lo largo del trabajo que se le da a la Prensa Hidráulica RFR_05_PRH_01.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: PRESA HIDRÁULICA ITALMACC		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_05_PRH_01		HOJA: 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO			COORDINADOR: PERSONAL ENCARGADO			MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:	FECHA DE REVISIÓN:	
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTAJACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	MOTOR	BRINDAR ENERGÍA NECESARIA PARA EL PROCESO DE PRENSADO	Falla de motor	No revisión continua	Pérdida de fuerza para realizar el trabajo	1	1	1	1	Se recomienda medir amperaje y voltaje constantemente
2	TANQUE DE ACEITE	Sirve como depósito y circular el aceite hidráulico	Tapadura de filtros de aceite	Suciedad del propio aceite	Pérdida de fuerza para realizar el trabajo	1	1	1	1	Se recomienda cambiar el aceite y filtros según horas de trabajo
3	CILINDRO HIDRÁULICO	Es un actuador del sistema para dar fuerza al sistema	Derrame de aceite	Empaques en mal estado	Pone en riesgo al operador y hay un trabajo poco eficaz	1	2	2	4	Se recomienda hacer revisiones periódicas
4	VÁLVULA DE PRESIÓN	Sirve para liberar la presión excedida del sistema	Altas presiones	Altas presiones permanentes	Derrame de aceite y pérdida de fuerza	1	2	2	4	Se recomienda hacer revisiones periódicas
5	PALANCA DE ACCIONAMIENTO	Sirve para hacer accionar el proceso	Desgaste de mecanismo	Uso permanente	Cilindro pierde precisión	1	2	1	2	Se recomienda hacer revisiones periódicas
6	SWITCH DE ALIMENTACIÓN	Ssirve para dar alimentación energética al sistema	Daño del elemento	Uso permanente	Sobrecargas o cortocircuitos	1	1	1	1	Se recomienda hacer revisiones periódicas
7	ESTRUCTURA	Sirve para dar robustez ante la presión que se ejerce	Pérdida de rigidez y robustez estructural	Golpes innecesarios a estructura	Vibraciones y copalzo de la estructura	2	2	2	8	Se recomienda no poner en riesgo la estructura con golpes no profesionales
8	MANÓMETRO	Controla la presión ejercida en el proceso	Manipulación constante	Desgaste por apertura y cierre continuo	No se regula el caudal correcto para el proceso	1	1	1	1	Se recomienda manipular delicadamente el dispositivo

Figura 58. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_05_PRH_01.

3.2.6. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Prensa Hidráulica

En la sección de Sierra, como se ilustra en la Figura 59, el formato AMFE proporciona la información de los componentes que son posiblemente susceptibles a fallos y que podrían presentar riesgos o problemas a lo largo del proceso de trabajo que se le da a la Sierra RFR_06_SIE_01.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: SIERRA DE CORTE BS-712N		CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_06_SIE_01		HOJA 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO				COORDINADOR: PERSONAL ENCARGADO		MODELO SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		
								FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTAJACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	TANQUE DE TALADRINA	Almacenar taladrina para enfriamiento de sierra y pieza	Tapado de filtros	Exceso de virutas en tanque	Impedimento de recirculación de taladrina	2	2	3	12	Se recomienda limpiar el tanque de taladrina frecuentemente
2	VOLANTE DE APRIETE	Para desplazar las mordazas de apriete	Desgaste de eje roscado, tuerca de apriete	Uso permanente	No apriete correcto de mordazas	1	1	1	1	se recomienda engrasar la rosca
3	TOPE PARA PIEZAS	Cortar piezas en serie son perder medida	Desgaste de tolerancias dimensionales	Uso continuo	Piezas no dimensionalmente exactas	1	1	1	1	Se recomienda reemplazar la pieza o rectificarla
4	MOTOR	Proporciona energía de trabajo al equipo	Falla de motor	No revisión continua	Pérdida de fuerza para realizar el trabajo	1	1	1	1	Se recomienda medir amperaje y voltaje constantemente
5	LLAVE DE CAUDAL	Proporciona el caudal necesario según el material a cortar	Desgaste de empaques	Regulación permanente	Derrame de taladrina por tubería	1	2	1	2	Se recomienda regular cuidadosamente el caudal
6	MORDAZAS DE APRIETE	Sujetar las piezas firmemente	Pérdida de rectificado en mordazas	Apriete exagerado o poco apriete permitiendo fricción	Sujeción inadecuada	1	2	2	4	Se recomienda rectificar las mordazas
7	HOJA DE SIERRA	Elemento para realizar corte, puede ser de diente fino o grueso	Rotura de elemento	Mala calibración de velocidades, falta de refrigeración	Paro del equipo	2	3	3	18	Se recomienda sustituir la sierra por una nueva
8	CAJA DE TRANSMISIÓN	Proporciona movimiento y velocidad al sistema	Desgaste de elementos	No mantenimiento	Paro del equipo	1	2	2	4	Se recomienda revisar poleas y correas de transmisión
9	BOTONERA	Para accionar el sistema, para accionar bomba y paro de emergencia	Daño de botonera	Manipulación con manos húmedas, uso permanente	Mal funcionamiento eléctrico	2	2	2	8	Se recomienda cambiar el elemento

Figura 59. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_06_SIE_01.

3.2.7. Análisis de fallas y modos de efecto AFME en la sección de Taladros

Con respecto a la sección de Taladros, como se ilustra en la Figura 60, el formato AMFE tiene la información de componentes que son susceptibles a fallos y que podrían presentar problemas a lo largo del trabajo que se le da a la Prensa Hidráulica RFR_07_TAL_01.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: TALADRO DE BANCO RONG LONG 16 STD 19B		CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_07_TAL_01		HOJA 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO				COORDINADOR: PERSONAL ENCARGADO		MODELO SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		
								FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTAJACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	CAJA DE TRANSMISIÓN	Proporciona movimiento y velocidad al sistema	Desgaste de elementos	No mantenimiento	Paro del equipo	1	2	2	4	Se recomienda revisar poleas y correas de transmisión
2	HUSILLO	Brindar apriete a herramientas de corte	Desgaste del husillo	Desgaste de dientes del husillo por mal ajuste	Mal agarre de herramientas y pandeo del husillo	2	3	2	12	Se recomienda usar llave diseñada
3	MOTOR	Proporciona energía de trabajo al equipo	Falla de motor	No revisión continua	Pérdida de fuerza para realizar el trabajo	1	2	1	2	Se recomienda medir amperaje y voltaje constantemente
4	MANIVELA	Desplazar el husillo hacia arriba y abajo	Desgaste de cremallera y engranaje	Falta de mantenimiento	Aumento de fuerza para su desplazamiento	1	1	1	1	Se recomienda engrasar engranajes permanentemente
5	MESA	Sirve de apoyo para materiales a ser taladrados	Desgaste superficial	Taladrado incorrecto	Superficie con demasiada rugosidad	1	1	1	1	Se recomienda usar elementos como madera anclada a la base
6	BASE	Brinda estabilidad a la estructura	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 60. Análisis de fallas y modos de efecto AFME de la máquina RFR_07_TAL_01.

Los formatos AMFE sirven para aumentar la eficiencia operativa tanto en el proceso como en el trabajo de las máquinas de la empresa Industrial RFR lo que da como resultado confiabilidad, fiabilidad, calidad y sobre todo la satisfacción del cliente final.

3.3. Documentación para implementarse en la empresa Industrial RFR

La información técnica de las máquinas es crucial para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, porque así se obtiene las actividades realizadas en las máquinas mientras estaban en operación. La creación de documentos a su vez ha llevado grandes desafíos, debido a las complicaciones de acceso que tiene el operador con la máquina en cuestión y, la difícil comunicación entre el vendedor y comprador [26].

Un ejemplo muy práctico e importante es implementar fichas técnicas de las máquinas, en donde resalte diferentes parámetros de operación que realizan, así como también sus fuentes de alimentación que tienen los equipos para cumplir con los trabajos.

Las hojas de vida de las máquinas ayudan a obtener información vital tal como el año de fabricación de la máquina, la marca y también el número de serie, de esta forma se recopila los años de servicios que haya brindado las máquinas durante los periodos de operación.

La elaboración de calendarios de actividades correspondiente a las tareas de mantenimiento, han tomado fuerza e importancia con la intención de mejorar los cronogramas de actividades dentro de las industrias.

Luego de realizar el análisis situacional de la empresa correspondiente al capítulo anterior, se presentará los formatos de documentación para implementarse en las máquinas vinculadas a la Industria RFR.

A continuación, en la Figura 61 se presenta un diagrama de flujo que ayuda a interpretar de mejor manera los formatos que se emplean para la gestión de mantenimiento.

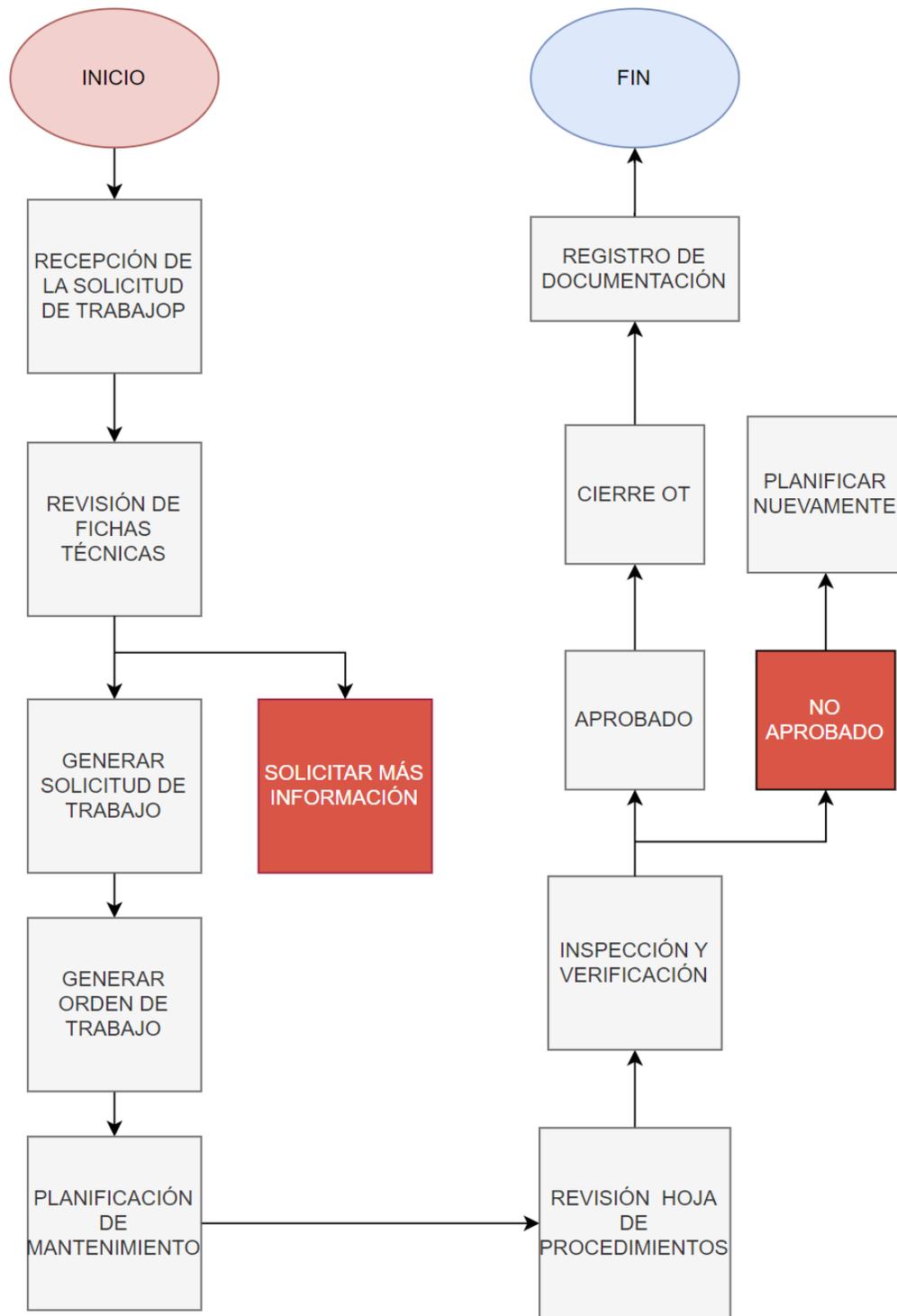


Figura 61. Diagrama de flujo para uso de documentación.

3.3.1. Fichas técnicas

La empresa Industrial RFR no ha dispuesto de fichas técnicas, es por lo que hay la necesidad de implantar un formato de ficha técnica a cada una de las máquinas. Este documento recopila observaciones de las máquinas en función de los años que ha estado activo el equipo y que tipo de servicio ejecuta dentro de los periodos de operación.

Al desarrollar este formato de ficha técnica se tuvo en consideración características y parámetros visibles para el operador. A su vez también trabajando en conjunto a los datos técnicos provenientes del fabricante. A continuación, en la Figura 62 se ilustra el formato de ficha técnica para un torno elaborado con la intención facilitar y simplificar las tareas de mantenimiento en la empresa Industrial RFR.

Las Fichas Técnicas completas de todas las máquinas se adjuntan en el Anexo 3.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Apellido Nombre	
		Fecha:	DD/MM/AAAA	
		Página:	1 de 1	
FICHA TECNICA DEL EQUIPO				
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO		FOTO DEL EQUIPO		
Nombre				
Código				
Marca				
N° de Serie				
Modelo				
Año de Fabricación				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO		DIMENSIONES		
Sistema de Alimentación				
Diametro de la broca				
Lubricantes Utilizados				
Capacidad maxima de distancia maxima entre husillo y mesa				
Cambio de velocidades del husillo		Alto	Ancho	Largo
Motor				
Velocidad				
CONDICIONES GENERALES				
Actividad				
Años de Servicio				
Situación Actual				
Observaciones				
Criticidad				

Figura 62. Ficha técnica para las máquinas torno perteneciente a la empresa.

3.3.2. Solicitud de trabajo

La solicitud de trabajo ayuda al personal que solicita el trabajo de mantenimiento, la autorización del jefe encargado de la empresa. Esta solicitud detalla los motivos por los cuales solicita realizar las tareas de mantenimiento pertinentes, también detalla las causas que produjo la falla de la máquina. Además de ello brinda la información necesaria tales como las especificaciones del equipo en cuestión, fechas programadas para el trabajo y las observaciones tanto del solicitante como del jefe encargado.

Una vez autorizada la solicitud de trabajo con los motivos ya mencionados, genera una orden de trabajo para comenzar con la elaboración de las tareas de mantenimiento. En la Figura 63 se ilustra el formato de la solicitud de trabajo para la empresa Industrial RFR.

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Nombre del Solicitante:	Apellido Nombre
		Numero de Orden	
		Pagina:	1 de 1
SOLICITUD DE MANTENIMIENTO			
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO			
Codigo			
Marca			
N° de Serie			
Modelo			
Año de Fabricación			
TIPO DE SERVICIO SOLICITADO			
Causa de la Falla			
Observaciones del Solicitante			
FECHAS PARA LA ELABORACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
Fecha de Solicitud:	Fecha de Elaboración de Trabajo:	Fecha de Finalización:	
PERSONAL ASIGNADO PARA EL TRABAJO			
Realizado por:	Personal de la Empresa Industrial RFR	()	
	Personal Externo a la Empresa	()	
OBSERVACIONES DEL ENCARGADO DE LA EMPRESA			
FIRMA SOLICITANTE		FIRMA ENCARGADO	
Nombre: _____		Nombre: _____	

Figura 63. Formato de solicitud de trabajo.

3.3.3. Órdenes de trabajo

Luego de ser aprobada la solicitud de trabajo pertinente, procede a generar una Orden de trabajo. Es una herramienta que recopila información detallada de las actividades que se van a realizar en las máquinas, conforme a lo detallado en la solicitud de trabajo, se complementa con la orden de trabajo. Los tiempos de ejecución y el proceso que se aplicó se refleja en la orden de trabajo. Esta información es crucial, porque de esta manera se organiza las actividades a ejecutar así también como la designación del personal que va a trabajar en la máquina. En la Figura 64, se evidencia el formato a utilizar dentro de la empresa Industrial RFR.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

INDUSTRIAL RFR
Soluciones metalmecánicas
Quito
Matriz
(02) 3464594



ORDEN DE TRABAJO

NOMBRE DEL SOLICITANTE		FECHA DEL PEDIDO	NÚMERO DE PEDIDO
TELÉFONO DEL SOLICITANTE			
CORREO ELECTRÓNICO DEL SOLICITANTE		FECHA PREVISTA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN PREVISTA
PEDIDO RECIBIDO POR			
LUGAR DE TRABAJO			
TÉRMINOS DE SERVICIO			
TRABAJO DESCRIPCIÓN			
COMENTARIOS ADICIONALES			
DESCRIPCIÓN LABORAL	HORAS	TASA	IMPORTE
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
		TOTAL DE MANO DE OBRA	\$ -
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO POR UNIDAD	IMPORTE
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
	0,00	\$ -	\$ -
		MATERIAL TOTAL	\$ -
ORDEN DE TRABAJO COMPILADA POR		SUBTOTAL	\$ -
APROBAR EL NOMBRE Y EL TÍTULO DEL ENCARGADO		Iva 15%	\$ -
APROBACIÓN DE LA FIRMA DEL ENCARGADO		OTRO	\$ -
FECHA DE APROBACIÓN		TOTAL	\$ -

Figura 64. Formato de orden de trabajo.

3.3.4. Hoja de procedimientos

Antes de realizar un mantenimiento a una máquina, el responsable de ejecutar esta actividad debe tener una hoja de procedimientos, como se observa en la Figura 65, en donde la disposición de insumos, herramientas y EPP sean correctas para llevar a cabo esta actividad y así garantizar el funcionamiento de los equipos y éstos lleven la documentación necesaria y técnica de todo lo que se realiza.

HOJA DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
OBJETIVO	Garantizar el funcionamiento eficiente y seguro de la sección () mediante un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.		
RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO		FECHA	
CÓDIGO DEL EQUIPO		HOJA N°	
MANTENIMIENTO A REALIZAR:			
Preventivo: ()	Correctivo: ()	Planificado: ()	
EQUIPAMIENTO			
HERRAMIENTAS	INSUMOS	EPP	
Caja de rachas ()	Aceite GL()	Guantes ()	
Kit llaves boca-corona ()	Pernos ()	Gafas ()	
Pinza ()	Rodamientos ()	Mascarillas ()	
Brocha ()	()	Casco ()	
Kit llaves allen ()	()	Ropa de Seguridad ()	
Flexometro ()	Fluidos de limpieza ()	Orejas ()	
Calibrador ()	Material de empaque ()	OTROS EPP:	
Destornilladores ()	()		
OTRAS HERRAMIENTAS:	()		
	Granos abrasivos y lijado ()		
	()		
	()		
	Filtros ()		
	OTROS INSUMOS:		
PROCEDIMIENTO			
N°	Descripción	Sí/No	t (min)
1	Lubricación partes móviles (Carros, guías, bancada, etc.)		
2	Limpieza de componentes y máquina		
3	Reemplazo de partes y piezas desgastadas		
4	Revisión visual y sonora		
5	Cambio de aceite		
6	Verificación de correas de transmisión		
7	Cambio de correas de transmisión		
8	Verificación de engranajes de transmisión		
9	Cambio de engranajes de transmisión		
10	Verificación de fugas		
11	Reparación de fugas		
12			
13			
14			
15			TOTAL (h)
16			
Observaciones:			

Figura 65. Hoja de procedimientos para realizar mantenimiento en las máquinas.

3.4. Actividades y tareas de mantenimiento en la empresa Industrial RFR

Las actividades de mantenimiento son varias dependiendo de la frecuencia a las cuales se aplica en cada máquina, en el mantenimiento preventivo se realizan actividades conforme a la programación que posee la empresa para realizar las reparaciones pertinentes en sus activos. Dichas actividades se realizan con regularidad con la intención de prevenir los fallos que pueda presentar en una máquina. En la Figura 66 se presenta ciertas actividades y acciones que conforman parte del mantenimiento preventivo.

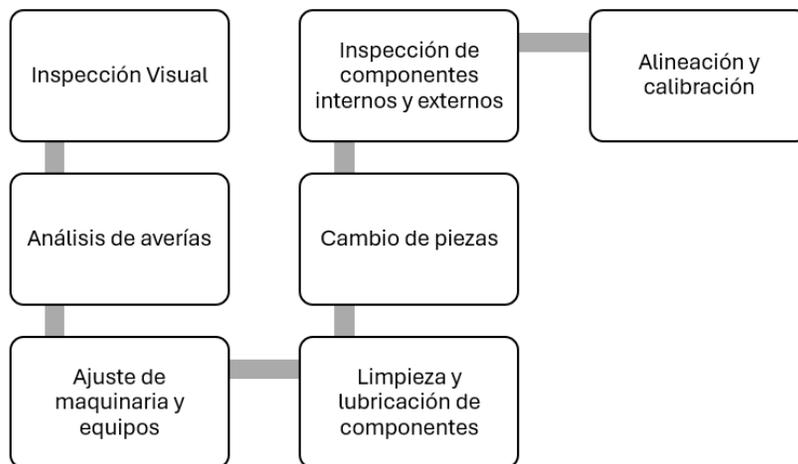


Figura 66. Acciones básicas del mantenimiento preventivo.

Las acciones presentadas con anterioridad se aplicarán como parte del plan de mantenimiento a ejecutarse en las máquinas de la empresa Industrial RFR, A continuación, se detalla las actividades de mantenimiento para cada sección de máquinas establecidas en la empresa.

3.4.1. Actividades de mantenimiento para la sección de tornos

La designación de actividades de mantenimiento se basa en las divisiones realizadas por partes de la sección ilustrada en la Figura 18, a continuación, en la Tabla 6 se visualiza las actividades designadas para cada sistema y las frecuencias en las que se debe realizar.

Tabla 6. Actividades de mantenimiento para la sección de tornos.

Lista de Actividades para las máquinas de torno			
Sistema	Actividad	Frecuencia	Implemento/Herramienta
	Inspección Visual de Circuito y Cableado	Semestral	Linterna y Lupa de Visualización

	Revisión de señales: Entrada de voltaje	Anual	Multímetro
Eléctrico	Revisión y Limpieza del rebobinado y cableado del Motor Principal y bomba de refrigerante	Anual	Brocha, Alicata, Aislante, Manómetro
	Revisión de los Pulsadores de Emergencia e Interruptores de funcionamiento	Anual	Multímetro, Repuesto en Stock
	Comprobación del sistema de iluminación	Semestral	Multímetro, Repuesto de luminaria
	Comprobación de los sensores	Semestral	Multímetro
	Cambiar los filtros del refrigerante	Semestral	Franela, Brocha, Repuesto
	Rellenar el refrigerante	Mensual	Refrigerante
	Revisión y Ajuste de Bandas	Semestral	Llaves de presión y repuesto de Correas A25 (13x1400)
	Cambio de aceite	Semestral	Aceite Maropa 68 en Stock
Mecánico	Lubricación de los carros transversales y longitudinales	Diario	Brocha y Lubricante en Stock
	Limpieza de cámara de motor	Semestral	Lupa, mascarilla, brocha
	Inspección de RPM de Salida	Anual	Tacómetro
	Ajuste de Tuercas y Tornillos	Trimestral	Herramientas de Presión
		Mensual	Brocha, mascarilla, Franela

	Limpieza de las guías del tornillo	Anual	Vibrómetro, Sonómetro
	Inspección de Ruidos y Vibraciones	Anual	Aerosoles de Pintura Multiuso
	Pintura General del Torno		
Electrónico	Revisión de la pantalla digital	Semestral	NA

3.4.2. Actividades de mantenimiento para la sección de fresadoras

La designación de actividades de mantenimiento se basa en las divisiones realizadas por partes de la sección ilustrada en la Figura 19, a continuación, en la Tabla 7 se visualiza las actividades designadas para cada sistema y las frecuencias en las que se debe realizar.

Tabla 7. Actividades de mantenimiento para la sección de fresadoras.

Lista de Actividades para las máquinas de fresadora			
Sistema	Actividad	Frecuencia	Implemento/Herramienta
	Inspección Visual de Circuito y Cableado	Semestral	Linterna y Lupa de Visualización
	Revisión de señales: Entrada de voltaje	Anual	Multímetro
	Revisión de bomba de Refrigerante	Anual	Manómetro
Eléctrico	Revisión y Limpieza del rebobinado y cableado del Motor Principal y Motor de bomba	Anual	Brocha, Alicates, Aislante
	Revisión de los Pulsadores de Emergencia e Interruptores de funcionamiento	Anual	Multímetro, Repuesto en Stock
	Comprobación de los sensores	Trimestral	Multímetro

	Cambiar los filtros del refrigerante	Semestral	NA
	Rellenar el refrigerante	Mensual	Refrigerante en Stock
	Lubricación de Husillos y Ejes	Diario	Lubricante en Stock
	Inspección Visual (Líquido de refrigerante, Fugas de aceite)	Diario	Lupa
Mecánico	Cambio de aceite	Semestral	Aceite Maropa 68 y Waylube ISO 68 en Stock
	Limpieza de mecanismos	Semanal	Brocha, Engranajes Z25, Conos MTB3-0Z25-70 y 24-40MT2 en Stock
	Limpieza de motor	Semestral	Brocha, Franela, Engrasante
	Inspección de RPM de Salida	Anual	Tacómetro
	Ajuste de Tuercas y Tornillos	Trimestral	Herramientas de Presión
	Inspección de Ruidos y Vibraciones	Anual	Vibrómetro, Sonómetro
	Pintura General de la Fresadora	Anual	Aerosoles de Pintura Multiuso
Electrónico	NA	NA	NA

3.4.3. Actividades de mantenimiento para la sección de soldadoras

La designación de actividades de mantenimiento se basa en las divisiones realizadas por partes de la sección ilustrada en la Figura 20, a continuación, en la Tabla 8 se visualiza las actividades designadas para cada sistema y las frecuencias en las que se debe realizar.

Tabla 8. Actividades de mantenimiento para la sección de soldadoras.

Lista de Actividades para las máquinas de soldaduras			
Sistema	Actividad	Frecuencia	Implemento/Herramienta
Eléctrico	Limpieza de transformador principal de voltaje	Mensual	Guantes dieléctricos, Brocha, Franela
	Inspección y reparación de cables de soldar	Semestral	Herramientas Dieléctricas, Cables de Repuesto
	Limpieza de Porta electrodos	Diario	Cepillo, Ventiladores
	Mediciones de parámetros de voltaje y amperaje	Trimestral	Multímetro
	Revisión de condición de Reguladores de Voltaje y Corriente	Semestral	Multímetro
	Revisión de Pinza de Tierra	Mensual	NA
Mecánico	Revisión de sistema mecánico	Semanal	NA
	Revisión de antorcha de soldar	Semestral	NA
	Inspección de Ruidos	Anual	Sonómetro
Electrónico	Revisión de fluido de trabajo	Mensual	Transmisores de Nivel
	Indicador Digital	Anual	NA

3.4.4. Actividades de mantenimiento para la sección de compresor

La designación de actividades de mantenimiento se basa en las divisiones realizadas por partes de la sección ilustrada en la Figura 21, a continuación, en la Tabla 9 se visualiza las actividades designadas para cada sistema y las frecuencias en las que se debe realizar.

Tabla 9. Actividades de mantenimiento para la sección de compresor.

Lista de Actividades para la máquina de compresor			
Sistema	Actividad	Frecuencia	Implemento/Herramienta
Eléctrico	Revisión y Limpieza del rebobinado y cableado del Motor Principal	Semestral	Brocha, Alicata, Aislante, Manómetro 300 PSI
	Revisión de selector e Interruptores de funcionamiento	Anual	Multímetro
	Inspección de niveles de aceite	Diario	Varilla de Aceite
Mecánico	Cambio de aceite	Anual	Aceite Sintético Ingersoll Rand
	Cambio de filtro de aceite	Anual	Filtros de aceite en Stock
	Inspección de Válvulas	Semestral	Manómetro
	Inspección de tubería	Mensual	NA
	Ajuste de correas de transmisión	Anual	Herramientas de Presión
	Inspección de presión	Diario	Manómetro
	Purgación de humedad del tanque	Semestral	Purgadores
Electrónico	NA	NA	NA

3.4.5. Actividades de mantenimiento para la sección de prensa hidráulica

La designación de actividades de mantenimiento se basa en las divisiones realizadas por partes de la sección ilustrada en la Figura 22, a continuación, en la Tabla 10 se visualiza las actividades designadas para cada sistema y las frecuencias en las que se debe realizar.

Tabla 10. Actividades de mantenimiento para la sección de prensa hidráulica.

Lista de Actividades para las máquinas de prensa hidráulica			
Sistema	Actividad	Frecuencia	Implemento/Herramienta
	Inspección Visual de Circuito y Cableado	Anual	Lupa
Eléctrico	Revisión y Limpieza del rebobinado y cableado del Motor Principal	Anual	Brocha, Alicates, Aislante
	Inspección del selector ON-OFF	Anual	Multímetro
	Inspección de fugas de aceite	Diario	Detector de Fugas
	Revisión de niveles	Diario	Calibradores
	Inspección de temperatura de aceite	Semestral	Termómetro
Mecánico	Ajuste de Tuercas y Tornillos	Mensual	Herramientas de Presión
	Limpieza del área de trabajo	Diario	Brocha, Franela, Escoba de acero
	Cambio de aceite	Anual	Aceite Maropa 68
	Alineación de pistón hidráulico	Anual	Calibradores
	Limpieza de Válvulas de aceite	Anual	Desengrasante, Brocha
	Pintura General de la prensa hidráulica	Anual	Aerosol de pintura
	Desmontaje y Limpieza de Cilindro	Trienal	Gata Hidráulica, Grúa
Electrónico	NA	NA	NA

3.4.6. Actividades de mantenimiento para la sección de sierra de corte

La designación de actividades de mantenimiento se basa en las divisiones realizadas por partes de la sección ilustrada en la Figura 23, a continuación, en la Tabla 11 se visualiza las actividades designadas para cada sistema y las frecuencias en las que se debe realizar.

Tabla 11. Actividades de mantenimiento para la sección de sierra de corte.

Lista de Actividades para la máquina de sierra de corte			
Sistema	Actividad	Frecuencia	Implemento/Herramienta
Eléctrico	Inspección Visual de Circuito y Cableado	Anual	Lupa
	Revisión de señales: Entrada de voltaje	Anual	Multímetro
	Revisión y Limpieza del rebobinado y cableado del Motor Principal	Anual	Brocha, Alicates, Aislante
	Revisión de los Pulsadores de Emergencia e Interruptores	Semestral	Multímetro
	Limpieza de Sierra	Diario	Brocha, Franela, Cepillo
	Cambio de aceite	Anual	Aceite Maropa 68
Mecánico	Inspección de correas de transmisión	Diario	Correa A25 (13x635)
	Limpieza de las poleas del motor	Semanal	Lubricador, Brocha, Franela
	Ajuste de Tuercas y Tornillos	Mensual	Herramientas de Presión
	Limpieza de las guías del tornillo	Mensual	Desengrasante, Lubricante, Brocha
	Inspección de Ruidos y Vibraciones	Anual	Sonómetro, Vibrómetro
	Pintura General de la Sierra	Anual	Aerosol de Pintura Multiuso
Electrónico	NA	NA	NA

3.4.7. Actividades de mantenimiento para la sección de taladros

La designación de actividades de mantenimiento se basa en las divisiones realizadas por partes de la sección ilustrada en la Figura 24, a continuación, en la Tabla 12 se visualiza las actividades designadas para cada sistema y las frecuencias en las que se debe realizar.

Tabla 12. Actividades de mantenimiento para la sección de taladros.

Lista de Actividades para las máquinas de taladros			
Sistema	Actividad	Frecuencia	Implemento/Herramienta
Eléctrico	Inspección Visual de Circuito y Cableado	Anual	Lupa
	Revisión de señales: Entrada de voltaje	Anual	Multímetro
	Revisión y Limpieza del rebobinado y cableado del Motor	Anual	Brocha, Franela, Cepillo
	Inspección del selector ON-OFF	Anual	Multímetro
	Inspección correas de transmisión	Anual	Correas A25 13x630
Mecánico	Inspección de poleas	Anual	Poleas 13V 300 G
	Limpieza de viruta y residuos	Diario	Brocha, Franela
	Limpieza de las cremalleras de desplazamiento	Semanal	Brocha, Franela, Cepillo, Grasa LGHP 2
	Inspección de RPM de Salida	Anual	Tacómetro
	Ajuste de Tuercas y Tornillos	Semestral	Herramientas de Presión
	Limpieza del husillo	Diario	Brocha, Franela, Cepillo
	Pintura General del Taladro	Anual	Aerosol de Pintura
Electrónico	NA	NA	NA

3.5. Diagrama de distribución y contabilidad de stock de la empresa Industrial RFR

En el presente apartado se presenta la distribución de la empresa Industrial RFR, así como el stock de componentes que tiene actualmente para el funcionamiento de la maquinaria ubicada en las instalaciones.

3.5.1. Diagrama de distribución

A continuación, en la Figura 67, se ilustra una representación 2D de la distribución de la maquinaria con el fin de ubicar cada equipo a las personas encargadas y asignadas para realizar actividades de mantenimiento y no existan confusiones.



Figura 67. Diagrama de distribución.

3.5.2. Contabilidad de stock de partes y piezas

Para llevar la gestión de un buen mantenimiento es necesario contar con una lista de repuestos que ayuden a los encargados tener una disponibilidad tanto de partes y piezas para bien cambiarlas en el caso de ser necesario y no afectar la producción con un paro innecesario. En la Figura 68 se ilustra la disponibilidad actual de la empresa Industrial RFR que ayuda a mantener un

mantenimiento no eficiente, aunque si importante para el funcionamiento de la maquinaria que no permite que la producción tenga retrasos ni paros imprevistos.

INDUSTRIAL RFR					
CONTABILIDAD DE STOCK DE PARTES Y PIEZAS					
N°	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SECCIÓN	EXISTENCIA	UNIDAD
1	CORREAS DE TRANSMISIÓN A25 13 x 1400	001	1	4	GL
2	PARO DE EMERGENCIA	002		1	
3	ENGRANAJES DE TRANSMISIÓN Z24	003		1	
4	ENGRANAJES DE TRANSMISIÓN Z42	004		1	
5	ACEITE MAROPA 68	005		3	
6	RODAMIENTOS	006		2/cada medida	
1	BOTONES NC	007	2	3	GL
2	FIN DE CARRERA	008		2	
3	ACEITE MAROPA 68	005		2	
4	ENGRANAJES DE TRANSMISIÓN Z25	009		2	
5	CONO MTB3-0Z25-70	010		1	
6	CONO 24-40MT2	011		1	
7	ACEITE WAYLUBE ISO 68	012		5	
8	FOCO LED 24 V	013		1	
1	GAS ACETILENO	014	3	1	TANQUE
2	GAS OXÍGENO	015		1	TANQUE
3	GAS ARGÓN	016		2	TANQUE
4	GAS CO2	017		1	TANQUE
5	CONSUMIBLES DE ANTORCHA MIG	018		5	KIT
6	CONSUMIBLES DE ANTORCHA TIG	019		3	KIT
7	ELECTRODOS 6011	020		4	KG
8	ELECTRODOS 6013	021		4	KG
9	ELECTRODOS INOX	022		5	KG
10	ELECTRODOS HIERRO FUNDIDO	023		3	KG
11	ALAMBRE DE COBRE 0.9 mm	024		2	ROLLOS
12	MANÓMETRO 40 PSI	025		2	
1	FILTROS DE ACEITE	026	4	4	L
2	ACEITE SINTÉTICO INGERSOLL RAND	027		2	
3	MANOMETRO 300 PSI	028		1	
4	CORREAS DE TRANSMISIÓN A25 13x635	001		4	
1	ACEITE MAROPA 68	005	5	2	GL
2	CILINDRO HIDRÁULICO	031		1	
3	GATA HIDRÁULICA	032		1	
4	FILTROS DE ACEITE	033		2	
1	CORREAS DE TRANSMISIÓN A25 13x635	005	6	3	GL
2	PISTÓN HIDRÁULICO	035		1	
3	CONTACTOS NC	007		3	
4	LLAVE DE PASO	037		1	
5	RODAMIENTOS 6208	006		3	
6	ACEITE MAROPA 68	005		1	
1	CORREAS DE TRANSMISIÓN A25 13x630	001	7	2	KG
2	POLEAS 13V 300 G	041		4	
3	GRASA LGHP 2	042		1	

Figura 68. Contabilidad de stock y repuestos.

3.6. Gamas de mantenimiento preventivo para la empresa Industrial RFR

Para obtener una eficiente gestión de trabajos de mantenimiento es importante llevar ciertos criterios que ayuda a facilitar estas actividades, a esto se conoce como gamas de mantenimiento. Este proceso agrupa información fundamental para seleccionar qué tipo de actividad la máquina requiere, es por ello que debe ser desarrollada en conjunto con el personal que conforma la empresa Industrial RFR.

Las gamas de mantenimiento se clasifican en diferentes periodos que se adapten a las máquinas, es decir, diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales, anuales y trianuales.

Con la ayuda de la hoja de procedimientos y mediante el estudio situacional de cada equipo, a continuación, se adjunta en anexos los resultados obtenidos.

3.7. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento para la gestión de los activos de una empresa, ayuda al personal técnico tener una medida de calidad entre las operaciones y los objetivos establecidos. Pone en evidencia en qué momento de la operación existe tiempos de inactividad o no planificados. Además de demostrar en qué condiciones operacionales se encuentra la máquina. Estos indicadores ayudan al personal de mantenimiento a definir y trazar el vínculo correcto para llegar a cumplir los objetivos operativos establecidos de manera efectiva y eficiente en los trabajos de mantenimiento.

La empresa Industrial RFR considera optar por definir los indicadores que van en concordancia con las ordenes de trabajo, personal operativo y horas de trabajo. El indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) es un indicador comúnmente utilizado en las organizaciones para obtener datos de eficiencia y productividad en porcentaje dentro de la operación. Para obtener los datos que se requiere en los cálculos del mencionado indicador, se necesita de factores como la disponibilidad, calidad y el rendimiento. Obtenido esos, el indicador OEE se lo calcula de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo planificado de producción}} \quad (3)$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo operativo}} \quad (4)$$

$$\text{Calidad (\%)} = \text{Producción real} - \text{Unidades defectuosas} \quad (5)$$

La empresa Industrial RFR también definió el indicador Backlog. Este indicador trabajo en función del tiempo, por lo que los datos recolectados para generar este indicador de mantenimiento están establecidos en horas, días, semanas y meses. El Backlog demuestra la suma de las cargas horarias de las actividades de mantenimiento que este planificadas, pendientes, programados y ejecutadas. Con estos datos generados por el indicador pone en evidencia como es la relación entre las ordenes de trabajo y la suficiencia de poder ejecutarlos. Para ello se calcula de la siguiente manera en la Ecuación 6:

$$OT \times T \times H \quad (6)$$

En donde:

OT: Orden de Trabajo

T: Técnicos

H: Horas de Ejecución

Esta ecuación se utiliza para las ordenes de trabajo Pendientes, Programadas, Ejecutado y Planificada. Luego de obtener los datos de las ordenes de trabajo se realiza una sumatoria total y el dato obtenido será la Demanda Actual. Esta variable procede a calcularse de la siguiente manera en la Ecuación 7:

$$\frac{\text{Demanda Actual}}{\text{Horas Hombres Disponible}} \quad (7)$$

En donde las horas hombre disponibles se obtenido de numero de técnicos, numero de turnos y, números de horas. Finalmente, el valor obtenido en la Ecuación 6 pasa a multiplicarse por el factor de productividad para obtener el valor de Backlog.

3.7.1. Indicador OEE para la fabricación de apoyo “pie de amigo” realizado en la empresa Industrial RFR

A continuación, se muestra los cálculos para la obtención del indicador OEE perteneciente a la solicitud en la fabricación de apoyo “pie de amigo”.

En la Figura 69, se muestran los datos obtenidos en el área de producción planificada para la fabricación de una de las piezas más importantes de la línea de ventas de la empresa, mediante la recopilación de datos adquiridos en el siguiente orden. En primer lugar, los tiempos a tomar en cuenta van desde que la materia prima está en la empresa a la espera de ser procesada. En segundo lugar, los operarios cumplen con procesos de corte en serie de 150 unidades de pletinas en sierra circular, lijado y limado superficial, perforación según lo estipulado en los planos de dibujo que incluye el proceso de avellanado, soldadura de alta resistencia con proceso MIG, fresado que elimina la soldadura excedente de las piezas y finalmente, las piezas se someten al proceso de esmerilado que deja una superficie plana y no contaminada. Los tiempos se registran en las horas de trabajo reales de la empresa Industrial RFR y las unidades que se realizan, cabe mencionar que el tiempo de preparación entre paradas para cambios entre procesos es de 30 minutos ya que incluye calibración de maquinaria.

En la Tabla 13 se visualiza la clasificación de tiempos pertenecientes a las horas de producción.

Tabla 13. Tiempos de Operación para la producción de apoyo pie de amigo.

Proceso	Tiempo (h)	Maquinaria
Corte	3	Sierra circular
Lijado	4	Amoladora, Lijadora
Taladrado	4	Taladros de banco
Soldadura	5	Soldadura MIG
Fresado	4	Fresadora vertical
Esmerilado	4	Amoladora
TOTAL	24 horas	

PRODUCCIÓN PLANIFICADA	
Tiempo de trabajo:	24 Horas
Velocidad de la maquina	150 unidades x 24 horas
Unidades por hora:total de unidades/numero de horas	
Unidades por hora:	150 Unidades 24 Horas 6,25 Unidades por hora
ENTONCES	24 horas x 6,25 unidades
Producción:	150,00 Unidades

Figura 69. Producción planificada.

Luego de ello, procede a obtener los datos de producción de acuerdo con la disponibilidad que se presenta en la Figura 70:

DISPONIBILIDAD	
Tiempo de trabajo real:	18 Horas
Velocidad de la maquina	112,5 unidades x 18 horas
Unidades por hora:total de unidades/numero de horas	
Unidades por hora:	112,5 Unidades 18 Horas 6,25 Unidades por hora
ENTONCES	18 horas x 6,25 unidades
Producción real:	112,50 Unidades

Figura 70. Disponibilidad.

Así como también la producción en el rendimiento y la calidad que se muestra en la Figura 71.

RENDIMIENTO	
Unidades por hora:	100 Unidades
Velocidad real de la maquina	18 Horas
	5,55 Unidades por hora
ENTONCES	18 horas x 8,33 unidades
Producción:	100 Unidades

CALIDAD	
Cantidad de piezas defectuosas:	2
Producción de calidad real	97,90

Figura 71. Producción en el rendimiento y la calidad.

Finalmente, en la Figura 72 se obtiene el porcentaje del indicador con un valor de 51,40 %.

OEE= %disponibilidad * %rendimiento * %calidad		
0,513975	=	51,40%

Figura 72. Porcentaje de OEE.

3.7.2. *Indicador backlog para la empresa Industrial RFR*

Para obtener el indicador Backlog se considera todos los registros de horas y datos del mes de abril 2024. En primer lugar, se obtienen los datos correspondientes a las órdenes de trabajo para la fabricación de piezas metálicas tal como se muestra en la Figura 73 acerca del mes de abril, esta información proviene de correos electrónicos de acuerdo con los requerimientos de los clientes de la empresa Industrial RFR.

Órdenes de trabajo				10
Operarios/Tecnicos				3
Horas de ejecucion				4
FACTOR DE LAS ÓRDENES PLANIFICADAS				120

Figura 73. Factor de las ordenes planificadas.

Así también en la Figura 74 se obtiene las horas hombre disponible para multiplicarlo por el factor de productividad de la empresa, establecido al 15 % que hace referencia al tiempo agregado adicional al estipulado ante imprevistos, para riesgos y contingencias y, para tener un índice de mejora de rendimiento en comparación a futuros años.

Operarios/Tecnicos		5
Turnos		2
Horas		9
HORAS HOMBRE DISPONIBLES		90
FACTOR DE PRODUCTIVIDAD		15%
		13,5

Figura 74. Resultado del factor de productividad con horas hombre disponible.

Finalmente, con el valor anterior se realiza una división con la demanda actual que existe en la empresa, esto se obtiene con la sumatoria de ordenes de trabajo que se visualiza en la Figura 75. Así como también el resultado final del Backlog en la Figura 76.

ÓRDENES PLANIFICADAS		11	*
Operarios/Tecnicos		3	*
Horas de ejecucion		4	*
			+
ÓRDENES PROGRAMADAS		11	*
Operarios/Tecnicos		3	*
Horas de ejecucion		4	*
			+
ÓRDENES EJECUTADAS		11	*
Operarios/Tecnicos		3	*
Horas de ejecucion		4	*
			+
ÓRDENES PENDIENTES		1	*
Operarios/Tecnicos		1	*
Horas de ejecucion		8	*
TOTAL DEMANDA ACTUAL		404	

Figura 75. Sumatoria de ordenes de trabajo.

	DEMANDA ACTUAL				
	HORAS HOMBRE DISPONIBLE				
	404	=	29,93	DIAS	
	13,5				

Figura 76. Resultado del indicador backlog.

Gracias a los aspectos mencionados durante el capítulo II, es posible que la empresa Industrial RFR tenga un registro de todos los equipos que existen para el área de producción. Es así que, cada persona encargada de mantenimiento tiene herramientas necesarias para la ejecución de actividades en las máquinas que ayuden a que la producción no se vea afectada, el encargado/a tiene a disposición fichas técnicas, insumos, entre otros. Que hace el trabajo más sencillo y sobre todo optimiza tiempo al saber el tipo de máquina al que hay que realizar una acción.

La empresa Industrial RFR tiene el conocimiento y las herramientas necesarias para brindar mantenimiento a los equipos que componen la misma. Sin embargo, es crucial que el inventario de repuestos y equipos se incremente.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA INDUSTRIAL RFR

En el presente capítulo se presenta una base de datos elaborada en la plataforma “AppSheet” que permite registrar, organizar y recopilar la información sobre la gestión de mantenimiento, como las condiciones, el funcionamiento, el historial y cronogramas, entre otros. La base de datos no solo permite tener información actualizada sobre los equipos, sino que ayuda a planificar y generar informes a través del análisis de los datos registrados, para la mejora de la eficiencia y efectividad de la empresa Industrial RFR.

4.1. Importancia de una base de datos para la gestión de mantenimiento preventivo

El uso de sistemas informáticos en el mundo actual permite tener toda la información necesaria de una manera ágil. Los beneficios que se obtienen de una gestión de mantenimiento asistido por ordenador son:

Seguridad en el entorno, la buena gestión de mantenimiento minimiza las probabilidades que existan riesgos y peligros laborales.

Mejoras de recursos operacionales, cuando se previenen las fallas y efectos significa que la empresa se evita hacer paradas forzadas y realizar reparaciones costosas.

Mejora la vida útil, las máquinas obtienen una vida útil prolongada gracias a los chequeos regulares y adecuados para su funcionamiento.

4.2. Aplicaciones para base de datos

Las aplicaciones para la gestión de datos se usan para crear, ordenar y editar registro de actividades a las cuales está enfocada dicha aplicación. Esta información es almacenada de forma estructurada y tiene una fácil accesibilidad ya que puede estar sincronizado desde un ordenador o desde un smartphone. Hoy en día existen diferentes fuentes que permite al usuario crear base de datos de una manera muy intuitiva con el fin de mejorar el rendimiento de almacenamiento de datos. El sistema operativo de Microsoft ofrece dos aplicativos para la recopilación de datos, estos son el Microsoft Excel y Microsoft Access. Con la finalidad de adaptar el manejo fácil de datos y permite

trabajar de forma intuitiva, se ha optado en usar la herramienta de Google “AppSheet”. A continuación, se explica lo que ofrece esta herramienta digital.

4.2.1. Herramienta digital AppSheet

AppSheet es una herramienta que permite el desarrollo de aplicaciones y gestión de datos, esta herramienta que ofrece Google adjunta parámetros como añadir ubicaciones GPS, Imágenes y genera códigos QR que enlaza a pestañas donde se visualiza los datos que el usuario haya vinculado. Así mismo la aplicación ayuda a los usuarios mostrar y compartir datos de proyectos desde los teléfonos celulares, tablets y laptops. Los beneficios que ofrece este aplicativo son los siguientes:

- Trabaja de forma sincronizada con los usuarios para el almacenamiento de datos.
- Permite vincular diferentes tipos de hojas de cálculos para la vinculación de datos con pestañas creadas en la aplicación.
- No trabaja con lenguajes de programación al momento de crear una página para la recopilación y visualización de datos.

La aplicación perteneciente a Google Cloud ofrece estas herramientas de forma totalmente gratuitas y seguras. Al iniciar sesión se cumple diferentes filtros de seguridad con la finalidad de proteger la recopilación de datos y se adapta a las necesidades que requiere el usuario y la empresa.

4.3. Estructuración de la base de datos

La aplicación diseñada para la empresa Industrial RFR que tiene como nombre, Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora, tiene una interfaz intuitiva para que cualquier persona autorizada que haga uso de esta, no tenga inconvenientes ni confusiones al momento de interactuar con esta aplicación.

Para poder interactuar con la base de datos diseñada, se presenta a continuación en la Figura 77 un diagrama sobre la estructura que la aplicación integra en su sistema, así como la interrelación que integra en sus múltiples módulos y que se detalla más adelante en el capítulo IV.

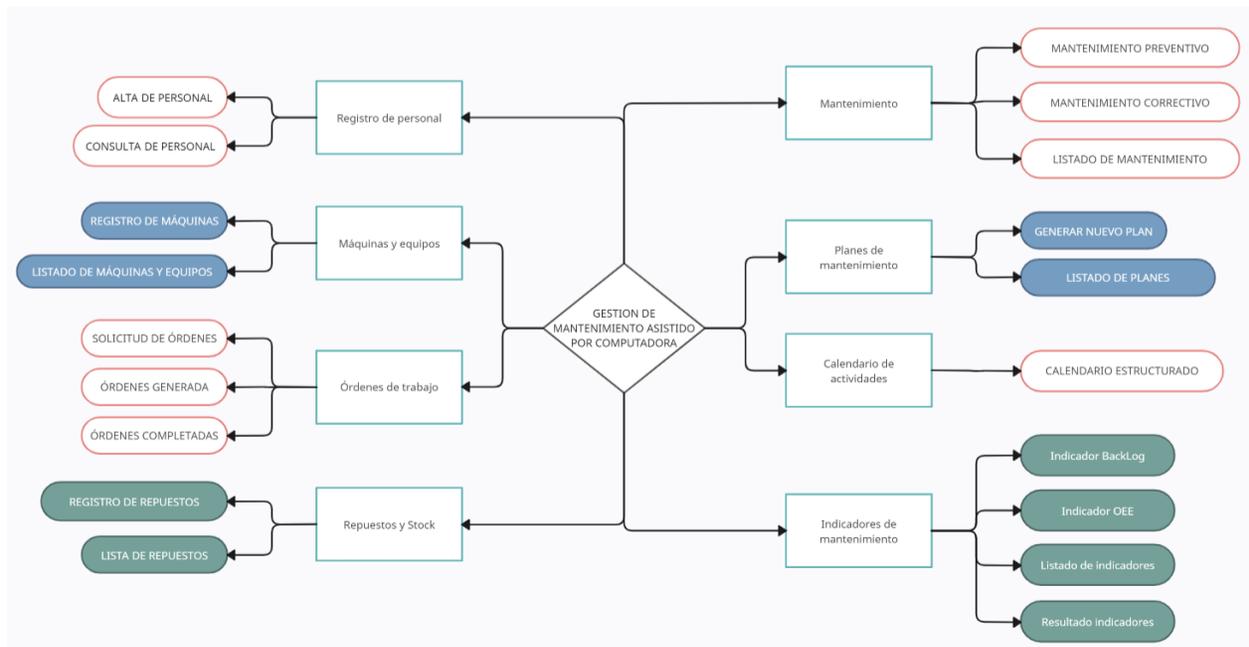


Figura 77. Diagrama de flujo explicativo de la aplicación.

Como se observa en la Figura 78, la aplicación brinda una bienvenida amigable con el nombre de esta.



Figura 78. Inicio de la aplicación de gestión de mantenimiento asistido por computadora.

La aplicación tiene opciones de control que se exponen en la estructura de la en la Figura 79 y que se detallan a continuación.



Figura 79. Opciones de control de la aplicación.

Los parámetros que se toman en cuenta y que sirven para el correcto funcionamiento de la aplicación. Se muestran en la Figura 80.

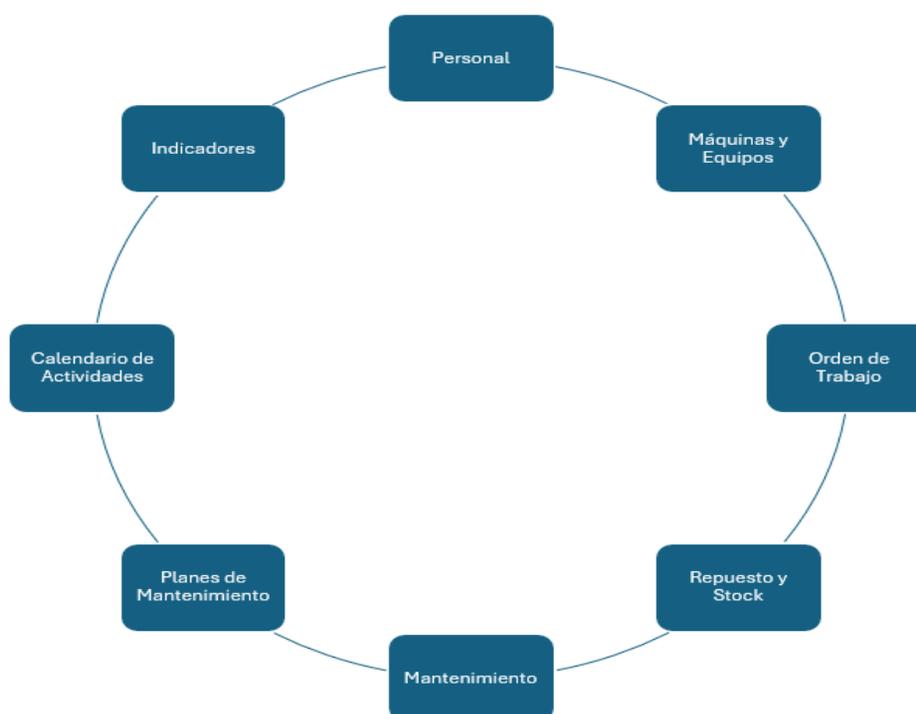


Figura 80. Parámetros generales en el aplicativo.

4.3.1. Registro de personal

El registro de personal permite conocer a los trabajadores que están involucrados en la empresa, obteniendo datos personales de estos. En la Figura 81 se observa la opción integrada en la aplicación y los campos que deben ser completados acorde lo solicitado.

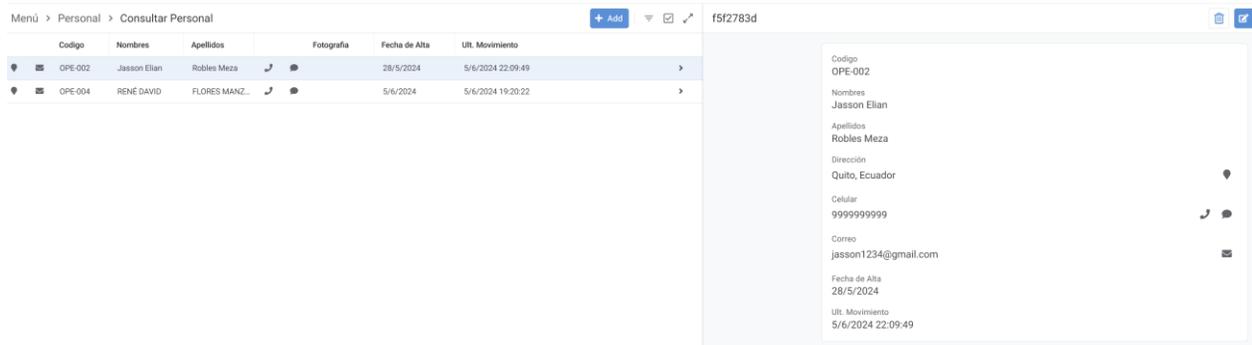


Figura 81. Opción registro de personal.

4.3.2. Registro de máquinas y equipos

El registro de máquinas y equipos permite tener un seguimiento individual para cada equipo y toma este dato para almacenarlo en una lista general de la maquinaria existente en la empresa. En la Figura 82, se observa los parámetros que esta opción admite para almacenar una máquina nueva y una lista que se guarda en la base de datos.



Figura 82. Opción registro de máquinas y equipos.

En la opción de Registro de máquina se requiere llenar la información solicitada en la Figura 83.

× Registro de Máquina

Cancel

Sección

Search

Código *

This entry is required

Nombre

Estado

Activo Inactivo Baja

Descripción

Ficha Técnica

← Registro de Máquina

Sección

Torno

Código *

RFR_01_TOR_01

Nombre

DMTG CD S6266C

Estado

Activo Inactivo Baja

Descripción

Máquina Completamente nueva

Ficha Técnica

Cancel Save

Figura 83. Campos obligatorios para llenar cada maquinaria que se requiere ingresar.

Dentro del menú de máquinas y herramientas, en la Figura 84 se visualiza como se despliega todas las máquinas registradas, ilustrando el Código, Nombre, Estado en el que se encuentra la máquina, así como también la adjunción de las fichas técnicas descargable en formato PDF. Los listados de las máquinas se ilustran previamente en la Tabla 5.

Menú > Máquinas y Equipos > Listado de Máquinas y Equipos

Código	Sección	Nombre	Estado	Descripción	Related Ordenes de Trabajos...	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos
RFR_01_TOR_01	Torno	DMTG CD S6266C	Activo		Related Ordenes de Trabajos (1)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (2)
RFR_01_TOR_02	Torno	TOS TRECIN SN40	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_01_TOR_03	Torno	STOREBRO BRUCKS	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (1)
RFR_02_FRE_01	Fresadora	LOGAN	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_02_FRE_02	Fresadora	ITALCO	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_03_SUE_01	Soldadora	TIG RONCH 200	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_03_SUE_02	Soldadora	MIG ELEKTRO INVERTER 290	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_03_SUE_03	Soldadora	SMAW ELEKTRO INVERTER MMA-251	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_03_SUE_04	Soldadora	AUTÓGENA	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_04_COM_01	Compresor	INGERSOLL RAND	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_05_PRH_01	Prensa Hidráulica	ITALMACC	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_05_PRH_02	Prensa Hidráulica	PRENSA RFR	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_06_SIE_01	Sierra de Corte	BS-712N	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_07_TAL_01	Taladro	RONG LONG 16 STD-19B	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)
RFR_07_TAL_02	Taladro	RONG LONG 12 RLD-H19	Activo		Related Ordenes de Trabajos (0)	Related Mantenimiento Preve...	Related Planes de Mantenimientos (0)

Figura 84. Listado general en la aplicación.

4.3.3. Órdenes de trabajo

Esta opción gestiona las órdenes de trabajo generadas desde su solicitud hasta su finalización, este apartado se subdivide en solicitudes de órdenes de trabajo, órdenes de trabajo y órdenes de trabajo completas tal como se observa en la Figura 85.

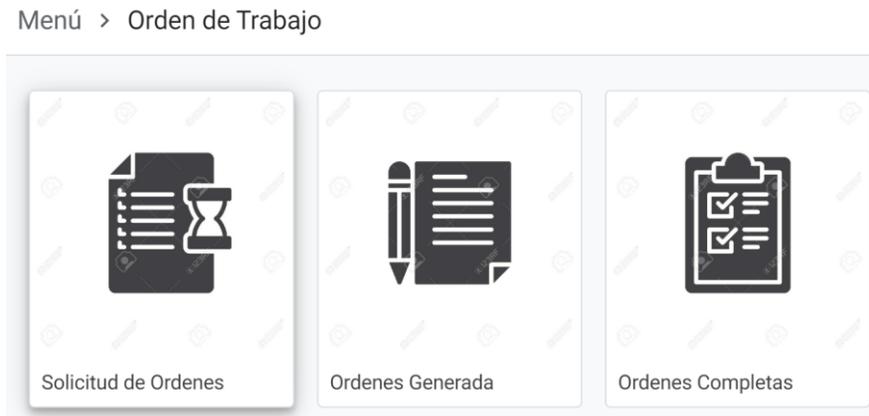


Figura 85. Opción órdenes de trabajo.

4.3.3.1. Solicitud de órdenes

En esta opción me permite llenar el formulario con la información pertinente que pide acerca de generar una solicitud, dicha información a llenar se visualiza en la Figura 86.

Ord. Trabajo *

ORD-RFR-004

Descripción

Cambio Mensual de Aceite

Plan de Mantenimiento

Plan-002

Tipo de Trabajo

Mantenimiento Preventivo

Fecha de Solicitud

12/06/2024

Solicitante

Guerra Mendoza

Evidencia



Figura 86. Solicitud de orden.

4.3.3.2. Órdenes generadas. En esta opción me permite llenar el formulario una vez que la solicitud sea aprobada, la información es más específica, en la Figura 87 se puede apreciar el formulario a llenarse.

Formulario para generar un orden de trabajo. El formulario contiene los siguientes campos:

- Num. Orden: Campo de texto con un menú desplegable.
- Aprobado Por: Campo de texto.
- Actividad a Realizar: Campo de texto.
- Fecha de Aprobación: Campo de fecha con formato dd/mm/aaaa y un ícono de calendario.
- Fecha De Ejecución: Campo de fecha con formato dd/mm/aaaa --:--:-- y un ícono de calendario.
- Fecha de Finalización: Campo de fecha con formato dd/mm/aaaa --:--:-- y un ícono de calendario.
- Duración Estimada: Campo de tiempo con formato 0:00:00.
- Costo de Reparación: Campo de texto con el símbolo de dólar (\$) y el valor 0.00, acompañado de botones de menos (-) y más (+).
- Finalizado: Botones de "No terminado" y "Terminado".

Figura 87. Orden generada.

4.3.3.3. Órdenes completas. Finalmente, en este apartado se visualiza todas las ordenes completas como parte del almacenamiento de ordenes de trabajo. Una vez ejecutada la aplicación en la empresa, se visualizará en formas de tabla todas las ordenes generadas para cada máquina.

4.3.4. Repuestos y stock

Esta opción permite registrar y llevar la contabilidad de los repuestos y stock de la empresa mostrados en la Figura 68.

En la Figura 88 se visualiza este apartado que incluye detalles como descripción, código, unidades y a la sección a la que pertenece.

Menú > Repuestos y Stock > Lista de Repuestos > Lista de Repuestos

Código	Descripción	Unidades de Existe...	Sección
001	CORREAS DE TRANSMISIÓN A25/ 13 x 1400	4	Torno
002	PARO DE EMERGENCIA	1	Torno
003	ENGRANAJES DE TRANSMISIÓN Z24	1	Torno
004	ENGRANAJES DE TRANSMISIÓN Z42	1	Torno
005	ACEITE MAROPA 68	3	Torno
006	RODAMIENTOS	2/cada medida	Torno
007	BOTONES NC	3	Fresadora
008	FIN DE CARRERA	2	Fresadora
009	ACEITE MAROPA 68	2	Fresadora
010	ENGRANAJES DE TRANSMISIÓN Z25	2	Fresadora
011	CONO MTB3-0Z25-70	1	Fresadora
012	CONO 24-40MT2	1	Fresadora
013	ACEITE WAYLUBE ISO 68	5	Fresadora
014	FOCO LED 24 V	1	Fresadora
015	GAS ACETILENO	1	Soldadora
016	GAS OXÍGENO	1	Soldadora
017	GAS ARGÓN	2	Soldadora
018	GAS CO2	1	Soldadora
019	CONSUMIBLES DE ANTORCHA MIG	5	Soldadora
020	CONSUMIBLES DE ANTORCHA TIG	3	Soldadora
021	ELECTRODOS 6011	4	Soldadora
022	ELECTRODOS 6013	4	Soldadora

Descripción
Caja de Waipes

Código*
044

Unidades de Existencia
5 - +

Sección
Otros ▼

Detalle
Insumo de Limpieza

Figura 88. Opción de registro y lista de repuestos.

4.3.5. Planes de mantenimiento

Esta opción ayuda a generar y llevar el control de los planes de mantenimiento que posteriormente serán realizados en las máquinas de la empresa. En la siguiente Figura 89, el apartado planes de mantenimiento incluye campos como el listado de planes existentes y la opción de generar un nuevo plan.

Menú > Planes de Mantenimiento



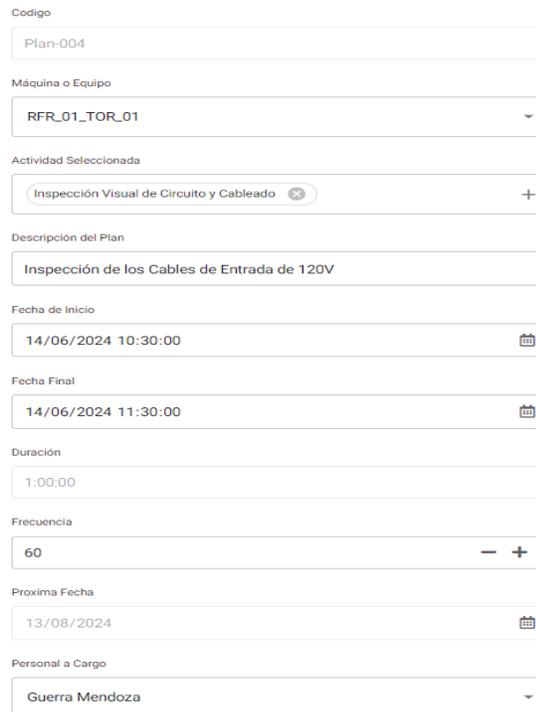
Listado de Planes



Generar Nuevo Plan

Figura 89. Opción planes de mantenimiento.

4.3.5.1. Generar nuevo plan. Esta opción permite generar un nuevo plan de trabajo para las máquinas, llenando un formulario con la información que pide. Al momento de generar el Plan de Trabajo, automáticamente se enlaza con las ordenes de trabajo, ya que de esta manera puedo escoger que plan de trabajo va a ejecutarse en la Orden. En la Figura 90 se puede visualizar el cómo se registra los datos para generar un Nuevo Plan de Trabajo.



Código
Plan-004

Máquina o Equipo
RFR_01_TOR_01

Actividad Seleccionada
Inspección Visual de Circuito y Cableado

Descripción del Plan
Inspección de los Cables de Entrada de 120V

Fecha de Inicio
14/06/2024 10:30:00

Fecha Final
14/06/2024 11:30:00

Duración
1:00:00

Frecuencia
60

Proxima Fecha
13/08/2024

Personal a Cargo
Guerra Mendoza

Figura 90. Generación de orden de trabajo.

4.3.5.2. Listado de planes. Muestra todo el listado de planes generados anteriormente. Con la intención de abarcar todos los historiales de planes que se lleva a cabo en la empresa.

4.3.6. Calendario de actividades

Esta opción organiza y permite visualizar los calendarios de las actividades de mantenimiento realizadas o a realizar en el tiempo. Este apartado tiene tareas a realizarse en tiempos diarios, semanales, mensuales, anuales, entre otros, tal como se establece en el ítem 3.4 y sus derivados. Esta opción que se muestra en la Figura 91 es sumamente importante para la planificación y coordinación del mantenimiento en la empresa Industrial RFR.



Figura 91. Opción calendario de actividades.

Para ello, al momento de seleccionar el calendario, la vista se visualiza en formato calendario. Tal como se muestra en la Figura 92.

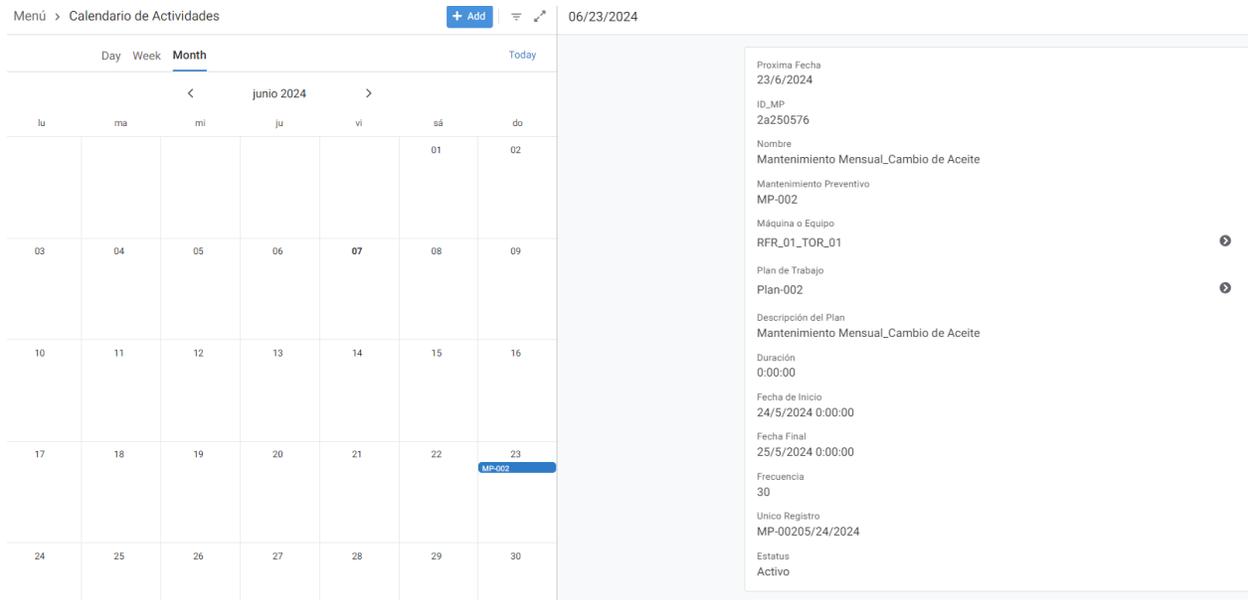


Figura 92. Visualización de calendario en base a la frecuencia del plan de trabajo.

4.3.7. Indicadores de mantenimiento

Esta opción permite revisar los indicadores de mantenimiento generados como el OEE y el backlog desarrollado en la Figura 72 y 76, esto con el fin de analizar la electividad de la programación de mantenimiento y tomar decisiones con visión para realizar mejoras continuas en el área producción. En la Figura 93 se presenta el comando indicadores de mantenimiento.

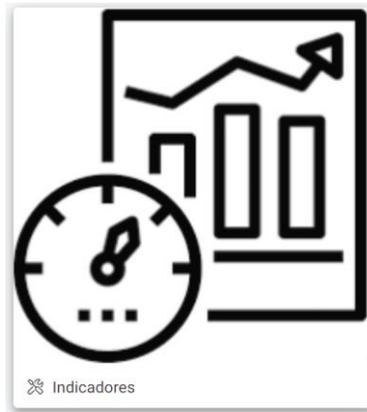


Figura 93. Opción indicadores de mantenimiento.

En el menú de los indicadores de mantenimiento se puede apreciar los parámetros a llenar, una vez lleno se ilustra un conteo de todos los indicadores. En la Figura 94 se demuestra el contenido del menú.

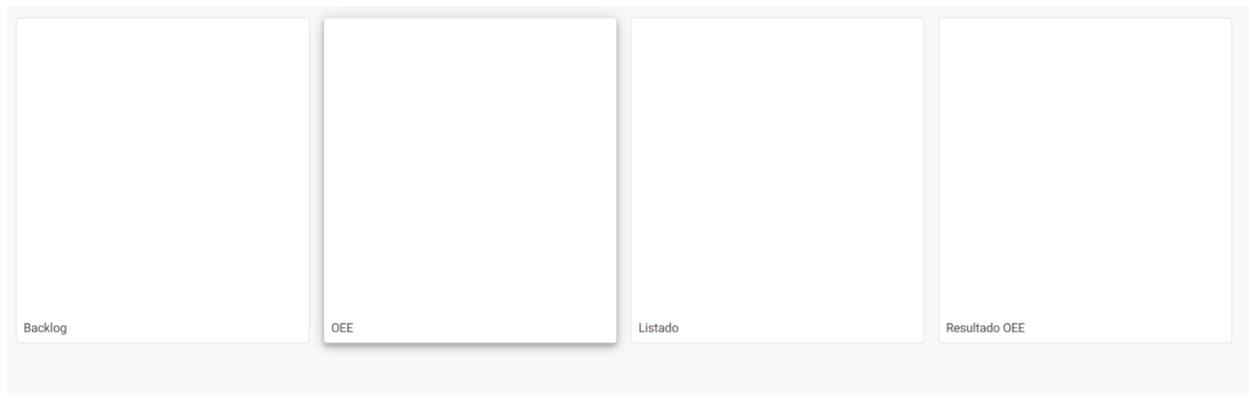


Figura 94. Menú de indicadores de mantenimiento.

El menú establecido en la herramienta digital AppSheet trabaja de forma simultánea entre los registros de datos que se desee generar y la visualización de designada a cada parámetro. Potencia el uso de datos válidos en tiempo real, donde se puede adjuntar imágenes, dirección GPS, código de barras y también generar códigos de Escaneo. Se reflejó también que durante la creación de la aplicación no se generaron códigos de programación, ya que permite vincular las vistas generadas con las hojas de cálculo que almacena los datos añadidos con antelación.

4.3.7.1. Backlog. En base a los datos obtenidos en la Figura 76, se procede a rellenar el cuestionario que se solicita en la opción del indicador. En la Figura 95 se visualiza el levantamiento de datos para generar el indicador backlog.

Mes*	ABRIL	Trabajadores Planificados	3
Órdenes Planificadas	11	Trabajadores Pendientes	1
Órdenes Programadas	11	Trabajadores Programados	3
Órdenes Ejecutadas	11	Trabajadores Ejecutados	3
Órdenes Pendiente	1	Total demanda actual	404
Horas de Ejecución Planificada	4	N° de Trabajadores	5
Horas de Ejecución Programadas	4	Turnos	2
Horas de Ejecución Ejecutadas	4	Horas de Trabajo	9
Horas de Ejecución Pendiente	8	Horas Hombre Disponible	90
Trabajadores Planificados	3	Factor de Productividad	13.5

Figura 95. Registro de Datos para el indicador backlog.

4.3.7.2. OEE. En base a los datos obtenidos en la Figura 72, se procede a rellenar el cuestionario que se solicita en la opción del indicador. En la Figura 96 se visualiza el levantamiento de datos para generar el indicador OEE.

Descripción*	Pie de Amigo	Tiempo de trabajo al 75%	18	Unidades por Hora al 70%	6
Tiempo de trabajo al 100%	24	Unidades al 75%	112.5	Producción al 70%	108.00
Unidades al 100%	150	Unidades por Hora al 75%	6	Cantidad de Piezas Defectuosas	2
Unidades por Hora al 100%	6	Producción al 75%	108.00	Producción real de Calidad	106.00
Producción al 100%	144.00	Tiempo de trabajo al 70%	18	OEE	% 55,650,000

Figura 96. Registro de datos para el indicador OEE.

4.4. Análisis de capacidad

A lo largo de este documento se presenta la recopilación de datos como planes de mantenimiento a realizarse, disponibilidad del personal y tiempo de las actividades a ejecutarse, que representa la primera opción para para realizar el análisis respectivo mediante la recopilación de datos acerca de la capacidad que tiene la empresa Industrial RFR con el desarrollo del presente Plan de Mantenimiento.

Luego, se analiza las tareas de mantenimiento que como se puede ver en el ejemplo de la Figura 97, donde se detalla la tarea, la frecuencia y la duración en horas.

TAREA	FRECUENCIA	DURACIÓN (h)
Inspección de equipos	Semanal	4
Reemplazo de partes y piezas	Mensual	2
Lubricación de piezas	Diario	1

Figura 97. Análisis de tareas de mantenimiento.

Subsiguiente, se realiza el cálculo del Tiempo Total requerido para la ejecución de las tareas expuestas en la Figura 98. Por lo que, el cómputo queda de la siguiente manera:

TAREAS SEMANALES

Inspección de equipos: 4 horas semanales

TAREAS MENSUALES

Reemplazo de partes y piezas (convertido a semanas): 2 horas/4semanas = 0.5 horas semanales

TAREAS DIARIAS

Lubricación de piezas (convertido a semanas): 1 hora diaria x 5 días = 5 horas semanales

TIEMPO TOTAL REQUERIDO: $4 + 0.5 + 5 = 9.5$ horas por semana

Luego de obtener el tiempo total requerido, se procede a realizar el cálculo del tiempo disponible que se enfoca en el tiempo que tiene cada técnico operador por semana. A continuación, se realiza el cómputo del tiempo disponible para la empresa Industrial RFR.

TIEMPO DISPONIBLE POR TÉCNICO OPERADOR: 8 horas a la semana

NÚMERO DE TÉCNICOS OPERADORES: 4

TIEMPO TOTAL DISPONIBLE: 8 horas x 4 técnicos = 32 horas semanales

Finalmente, el Análisis de Capacidad que tiene la empresa Industrial RFR se realiza en el siguiente cálculo, donde se compara el Tiempo Total Requerido que con el Tiempo Total Disponible como se muestra a continuación.

Tiempo Total Requerido: 9.5 horas semanales

Tiempo Total Disponible: 32 horas semanales

Si el Tiempo Total Disponible es mayor que el Tiempo Total Requerido, entonces el plan de mantenimiento se puede cumplir con normalidad por los técnicos operadores como en el caso presentado con lo que se deduce que la empresa Industrial RFR tiene la capacidad de ejecutar los planes desarrollados. Por el contrario, si el TTR es mayor que el TTD, se necesitan reajustes en el calendario de los planes agendados y/o recursos adicionales como por ejemplo la contratación de más personal o la inversión de más horas de tiempo dedicado al mantenimiento.

Es importante saber que la información del presente capítulo se la muestra de manera generalizada ya que las opciones como información del personal, ordenes de trabajo, entre otros se implementa una vez entregada a los encargados de la empresa Industrial RFR por lo que, a partir de este punto tanto la aplicación como el desarrollo del plan de mantenimiento empiezan a elaborar un historial desde cero y se establecen las fechas de acuerdo con el primer día que se ejecuta el mismo.

Una vez demostrado los menús y las indicaciones de la herramienta digital, se pondrá a disposición la aplicación mediante la coordinación con la empresa, para establecer un encuentro instructivo en el mes de agosto. De esta forma la empresa tendrá el control de la herramienta digital y a partir de ello, establecer los calendarios de actividades y los planes de trabajo correspondiente a cada máquina. La iniciativa de desarrollar la base de datos es con la intención de ayudar a la empresa a registrar de manera digital todas las actividades ya mencionadas, es por lo que se motiva a la empresa mantenerse en constante uso con la herramienta y de esta manera poder generar nuevas actualizaciones y personalización en base a nuevos requerimientos que exija la empresa.

CONCLUSIONES

- Mediante la revisión y análisis de manuales de máquinas y, la elaboración de fichas técnicas y codificación de equipos se evaluó de manera detallada el estado actual de los equipos industriales en el área de producción de la empresa Industrial RFR. Con la ayuda de los análisis de criticidad se reveló que existe un total de 4 máquinas críticas, 2 máquinas medianamente críticas y 9 máquinas que no son críticas. Las máquinas que se identificaron como “Críticas” tuvieron un promedio entre los rangos de 4-5 puntos de criticidad. En tanto el análisis AFME realizados en esta investigación permitieron identificar a máquinas como la sierra de corte y el compresor neumático con altos índices de criticidad indicando 15 puntos de IPR en nivel Medio y, 5 puntos de IPR en el nivel Alto. Esto debido que existen pocas máquinas por sección lo que significa que si ocurre una falla o efecto, la línea de producción puede verse enormemente afectada con paradas obligatorias. Por otra parte, gracias a que la empresa Industrial RFR tiene mínimo dos máquinas para cada sección como en la de Torno que cuenta con tres equipos o como la de Fresadora que cuenta con 2, las fallas que existieron tiempo atrás no fueron muy significativas, sin embargo, la necesidad de proyectarse a la innovación y al desarrollo a nivel industrial merita que la empresa realice mejoras y se establezca la base empezando por el desarrollo del Plan de Mantenimiento que es sobre todo funcional y se acopla a las altas exigencias del mercado local con la constante verificación de los indicadores de mantenimiento OEE y backlog que analizan el rendimiento de las máquinas.
- Se implementó un Plan de Mantenimiento Preventivo personalizado y funcional que solventa las exigencias y requerimientos de la Empresa Industrial RFR. Esto permite realizar planificaciones y gestión de mantenimientos según lo que la maquinaria necesite incorporando una lista de 94 actividades investigadas que se acoplan a cada máquina como cambio de partes y piezas, limpieza, lubricación, entre otros. Cada actividad cuenta con las frecuencias establecidas entre Diario, Semanal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual. Con cada actividad establecida en el calendario de actividades, se espera que reduzca un 30% de Fallas no programadas durante la producción de la empresa.
- Se elaboró la documentación técnica correspondiente para la empresa Industrial RFR, esto se hace con la finalidad de controlar y registrar los trabajos realizados en las máquinas, así

también conocer los historiales y contar los trabajos de mantenimiento. De esta manera logra reducir los tiempos de inactividad en un 20%. Dentro de la documentación técnica se encuentran 15 hojas de fichas técnicas, hojas de ordenes de trabajo a disposición de la empresa y, hojas de procedimiento a disposición de la empresa. También se refleja un total de 43 unidades de repuestos existente dentro de la empresa.

- Se desarrolló una base de datos funcional e intuitiva para la planificación de los mantenimientos preventivos de las máquinas en la Empresa Industrial RFR, que permite monitorear y analizar los datos que se van registrando a lo largo del tiempo para facilitar la programación de actividades, minimizar las posibles intervenciones en los equipos y la asignación de recursos tanto económicos como operacionales para la ejecución del Plan de Mantenimiento. A parte de registrar las intervenciones que se realiza en las máquinas, también genera alertas a futuras intervenciones dependiendo de la frecuencia en la cual se puso esta actividad.
- Se implementó los indicadores de mantenimiento OEE en donde se reveló que el rendimiento es del 51.40 % de una producción en tiempo real de 112,50 unidades, reflejando en mejorar el desempeño y operatividad en base a las horas de trabajo. Así también el indicador Backlog revela un resultado de 29.94 % días entre la demanda actual de la empresa con el número de trabajadores y horas establecidas en la empresa. Por lo cual ilustra la necesidad de mejorar la planificación de trabajos de mantenimiento con la disponibilidad de las máquinas y el rendimiento de este último.

RECOMENDACIONES

- Es necesario registrar todo tipo de trabajo de mantenimiento, solicitud y orden de trabajo en la aplicación de la Base de Datos AppSheet, con la intención de recopilar toda la información pertinente y tener un punto de inicio para futuras tareas de mantenimiento. Así como también registrar nuevo material de repuesto y máquinas para la disposición de la empresa.
- El material técnico generado está en base a la necesidad de la empresa, con la finalidad de llevar controles periódicos y en orden de los equipos existentes. Se recomienda capacitar a todos los operadores involucrados en la empresa sobre la importancia de utilizar y registrar todo tipo de actividad realizada en las máquinas con la documentación técnica detallada.
- Los indicadores de mantenimiento presentados en este documento se ajustan a los datos de productividad extraído de la empresa y visualizar sus estadísticas entre las horas de trabajo y el número de personal trabajando para la empresa. Se recomienda llevar un registro de actividades e intervenciones en las máquinas con la finalidad de seguir generando nuevos indicadores para que la empresa Industrial RFR tome en consideración los tiempos de reparación y falla de las máquinas, a su vez que logran mejoras dentro de la empresa.
- La aplicación “AppSheet” permitirá a los usuarios registrados por parte de la empresa a mantener en constante cambio, ya que permite trabajar con nuevas funciones que ofrece la herramienta y así, desarrollar nuevas actualizaciones y mejoras de la aplicación que va acorde con los requerimientos de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. K. Mobley, “Impact of Maintenance,” *An Introduction to Predictive Maintenance*, pp. 1–22, Jan. 2002, doi: 10.1016/B978-075067531-4/50001-4.
- [2] C. X. Rodriguez, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el área de sellado de una empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos,” 2023.
- [3] B. Dhillon, *Engineering and technology management tools and applications*, 1st ed. Artech House, 2002.
- [4] W. Olarte C., M. Botero A., and B. Cañon A., “Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción.,” *Scientia Et Technica*, vol. XVI, no. 44, pp. 354–356, Apr. 2010.
- [5] N. Zhang, K. Cai, Y. Deng, and J. Zhang, “Joint optimization of condition-based maintenance and condition-based production of a single equipment considering random yield and maintenance delay,” *Reliab Eng Syst Saf*, vol. 241, no. 109694, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.ress.2023.109694.
- [6] M. Kedbäck, “Exploring Dynamic Complexity in the Symbiosis of Operations and Maintenance Functions: A Simulation-Based Optimisation Study,” University of Skövde, 2018.
- [7] E. I. Basri, I. H. Abdul Razak, H. Ab-Samat, and S. Kamaruddin, “Preventive maintenance (PM) planning: a review,” *J Qual Maint Eng*, vol. 23, no. 2, pp. 114–143, May 2017, doi: 10.1108/JQME-04-2016-0014.
- [8] A. M. Akl, S. El Sawah, R. K. Chakraborty, and H. H. Turan, “A Joint Optimization of Strategic Workforce Planning and Preventive Maintenance Scheduling: A Simulation–Optimization Approach,” *Reliab Eng Syst Saf*, vol. 219, no. 108175, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.ress.2021.108175.
- [9] M. R. A. Purnomo, “Incorporating deep learning data analytics techniques in the optimisation of capacitated planned maintenance,” *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, vol. 6, no. 2, pp. 167–175, Dec. 2022, doi: 10.30656/jsmi.v6i2.5076.
- [10] G. Bocewicz, P. Golińska-Dawson, E. Szwarz, and Z. Banaszak, “Preventive maintenance scheduling of a multi-skilled human resource-constrained project’s portfolio,” *Eng Appl Artif Intell*, vol. 119, p. 105725, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.engappai.2022.105725.
- [11] F. A. Pérez, “Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial,” p. 21, 2021.
- [12] A. Kelly, *Strategic Maintenance Planning*, 1st ed. Elsevier Science & Technology, 2006.

- [13] H. Dui, M. Liu, J. Song, and S. Wu, “Importance measure-based resilience management: Review, methodology and perspectives on maintenance,” *Reliab Eng Syst Saf*, vol. 237, no. 109383, Sep. 2023, doi: 10.1016/J.RESS.2023.109383.
- [14] A. Azadeh, V. Salehi, B. Ashjari, and M. Saberi, “Performance evaluation of integrated resilience engineering factors by data envelopment analysis: The case of a petrochemical plant,” *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 92, no. 3, pp. 231–241, May 2014, doi: 10.1016/J.PSEP.2013.03.002.
- [15] P. Viveros, R. Stegmaier, F. Kristjanpoller, L. Barbera, and A. Crespo, “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo,” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 21, no. 1, pp. 125–138, Apr. 2013, doi: 10.4067/S0718-33052013000100011.
- [16] V. P. Restrepo Muñoz, “Aplicación y comparación de la metodología de diseño Top Down y Bottom Up,” Universidad EAFIT, Medellín, 2009.
- [17] F. Espinosa Fuentes, “Identificación de sistemas de gestión para mantenimiento industrial ,” Universidad de Talca.
- [18] E. Arantes, *Gestão Estratégica - Da Empresa que Temos para a Empresa que Queremos*, Second Edition. Editora Saraiva, 2007.
- [19] R. K. Mobley, *Maintenance Fundamentals*, 2nd ed. Elsevier Science & Technology, 2004.
- [20] D. Brankovic and Z. Milovanovic, “The Role and Importance of Planning of Maintenance in Industrial Practice.,” pp. 27–28, Jun. 2019.
- [21] R. Huerta Mendoza, “El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional,” *Ingeniería mecánica*, vol. 3, no. 4, pp. 13–19, 2000.
- [22] I. H. Afefy, “Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study,” *Engineering*, vol. 02, no. 11, pp. 863–873, 2010, doi: 10.4236/eng.2010.211109.
- [23] H. Erbiyik, “Definition of Maintenance and Maintenance Types with Due Care on Preventive Maintenance,” in *Maintenance Management - Current Challenges, New Developments, and Future Directions*, IntechOpen, 2023. doi: 10.5772/intechopen.106346.
- [24] S. R. Haque, “Investigation on welding defects of alloys using TIG and MIG welding,” *Hybrid Advances*, vol. 3, no. 100066, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.hybadv.2023.100066.
- [25] E. Wari, W. Zhu, and G. Lim, “Maintenance in the downstream petroleum industry: A review on methodology and implementation,” *Comput Chem Eng*, vol. 172, no. 108177, p. 3, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.compchemeng.2023.108177.

- [26] A. Burova et al., “Asynchronous industrial collaboration: How virtual reality and virtual tools aid the process of maintenance method development and documentation creation,” *Comput Ind*, vol. 140, no. 103663, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.compind.2022.103663.

ANEXOS

Anexo 1. Fichas Técnicas de las máquinas de la Empresa Industrial RFR

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina herramienta utilizada para realizar operaciones de torneado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene un uso de dos meses en la empresa.					
Nombre	Torno Convencional				
Código	RFR_01_TOR_01				
Marca	DMGT				
N° de Serie	AW0266				
Modelo	CDS6266C/1500				
Año de Fabricación	2006				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220V/60Hz				
Díametro de la broca	105 mm				
Lubricantes Utilizados					
Capacidad máxima de distancia máxima entre husillo y mesa		DIMENSIONES			
Cambio de velocidades del husillo		Alto	Ancho	Largo	
Motor	10 HP (7.5 Kw)	1500 mm	394 mm	3000 mm	
Velocidad Husillo	26-1700 RPM				
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Trabajos de cilindrados				
Años de Servicio	Menos de un año				
Situación Actual	Máquina totalmente nueva				
Observaciones					
Criticidad	No Crítico				

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina herramienta utilizada para realizar operaciones de torneado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene servicio de ya mas de 30 años en la empresa .					
Nombre	Torno Convencional				
Codigo	RFR_01_TOR_02				
Marca	TOS TRENCI				
N° de Serie	440100881256				
Modelo	SN40C				
Año de Fabricación	1964				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220V/60Hz				
Diametro de la broca	105 mm				
Lubricantes Utilizados					
Capacidad maxima de distancia maxima entre husillo y mesa		DIMENSIONES			
Cambio de velocidades del husillo		Alto	Ancho	Largo	
Motor	10 HP (7.5 Kw)				
Velocidad Husillo	26-1700 RPM				
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Trabajos de cilindrados				
Años de Servicio	Realiza trabajos desde el año 1990				
Situación Actual	Brinda servicio con normalidad cumpliendo con las exigencias de la empresa				
Observaciones	Cuenta con un historial pequeño de mantenimientos modificativos en el carro transversal y cambio de guías				
Criticidad	Critico				

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina herramienta utilizada para realizar operaciones de torneado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene brindando servicios desde el año 2000 en adelante					
Nombre	Torno Convencional				
Codigo	RFR_01_TOR_03				
Marca	STOREBRO BRUCKS				
N° de Serie	16015				
Modelo	GK195				
Año de Fabricación	2006				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO		DIMENSIONES			
Sistema de Alimentación	220V/60Hz				
Diametro de la broca	105 mm				
Lubricantes Utilizados					
Capacidad maxima de distancia maxima entre husillo y mesa					
Cambio de velocidades del husillo		Alto	Ancho	Largo	
Motor	10 HP (7.5 Kw)	1500 mm	394 mm	3000 mm	
Velocidad Husillo	26-1700 RPM				
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Trabajos de cilindrados				
Años de Servicio	Menos de un año				
Situación Actual	La máquina lleva dando servicio con normalidad				
Observaciones	Tiene historial de mantenimiento modificativo tales como el cambio de aceite y grasa				
Criticidad	Medianamente Critico				

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson					
		Fecha:	25/3/2024					
		Página:	1 de 1					
FICHA TECNICA DEL EQUIPO								
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO								
Máquina herramienta utilizada para realizar operaciones de fresado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene un uso de 3 años de servicio dentro de la empresa.								
Nombre	Fresadora Vertical							
Codigo	RFR_02_FRE_01							
Marca	ITALCO							
N° de Serie	NA							
Modelo	DM45L							
Año de Fabricación	2021							
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO								
Sistema de Alimentación	220V/60Hz	DIMENSIONES						
Peso	375 Kg							
Cono Husillo	MT 4							
Inclinación Cabezal	60°							
Capacidad Taladrado	45 mm							
Capacidad Taladrado Acero	32 mm							
Lubricantes Utilizados								
Dimensiones de la Mesa	1000x240mm							
Cambio de velocidades del husillo	6 cambios de velocidades					Alto	Ancho	Largo
Motor	2 HP Trifásico					1220 mm	880 mm	1150 mm
Velocidad Husillo	75-1600 RPM							
CONDICIONES GENERALES								
Actividad	Trabajos de planeados, ranurados, perforaciones, escariado							
Años de Servicio	Tres años de servicio, desde el año 2021							
Situación Actual	Máquina seminueva, brindando servicios con total normalidad							
Observaciones	Se ha realizado mantenimientos modificativos tales como el engrase, aceite en las guías y se realizo un mantenimiento correctivo del cambio de Dicroico LED							
Criticidad	Critico							

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina herramienta LOGAN utilizada para realizar operaciones de fresado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene brindando servicio desde hace 14 años					
Nombre	Fresadora Vertical				
Codigo	RFR_02_FRE_02				
Marca	LOGAN				
N° de Serie					
Modelo					
Año de Fabricación	2005				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220V/60Hz				
Diametro de la broca	105 mm				
Lubricantes Utilizados					
Capacidad maxima de distancia maxima entre husillo y mesa		DIMENSIONES			
Cambio de velocidades del husillo		Alto	Ancho	Largo	
Motor					
Velocidad Husillo					
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Trabajos de planeados, ranurados, perforaciones, escariado				
Años de Servicio	Lleva cerca de 14 años de servicio				
Situación Actual	La máquina brinda servicio con normalidad				
Observaciones	Tuvo mantenimiento correctivo, ya que se reemplazo la bomba de refrigerante/taladrina, y asi tambien el cambio de volantes que manejan los ejes				
Criticidad	Critico				

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina soldadora para unión de materiales tales como acero inoxidable, aluminio, titanio, y materiales no ferrosos. Mantiene trabajos estables en un ciclo de 60% a 200 A, incluye también control remoto de pie y manual inalámbrico, antorcha remota Up/Down, antorcha control remoto.					
Nombre	Soldadora TIG				
Proceso de Soldadora	DC (Corriente Directa)				
Código	RFR_03_SUE_01				
Marca	RONCH 200				
N° de Serie					
Modelo	CDS6266C/1500				
Año de Fabricación	2019				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	90-275V (50/60 Hz)				
Peso	15 Kg				
Rango de Corriente	5 - 200 amperios				
Ciclo de trabajo nominal	60% a 200 amperios				
Refrigeración	AF				
Eficiencia	80-85%				
Diámetro de electrodo a utilizar	1.6 - 4 mm	DIMENSIONES			
Clase de Protección	IP23	Alto	Ancho	Largo	
Frecuencia de pulso	0.5-200	350mm	189 mm	492 mm	
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Ha realizado trabajos en acero inoxidable y aluminio				
Años de Servicio	Lleva brindando servicios desde hace 3 años (2021)				
Situación Actual	Máquina seminueva brindando servicios con total normalidad				
Observaciones	Se ha realizado trabajos de mantenimiento modificativo en el cambio de antorcha para el tungsteno, también se ha reemplazado el tanque de argón				
Criticidad	No Critico				

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson			
		Fecha:	25/3/2024			
		Página:	1 de 1			
FICHA TECNICA DEL EQUIPO						
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO						
<p>Máquina soldadora para unión de materiales, en donde permite la regulación de la corriente, utiliza una antorcha de soldadora en donde se genera un arco eléctrico entre este dispositivo y el material base. Lleva consigo un tanque de gas donde viene incorporado un carro movil.</p>						
Nombre		Soldadora MIG				
Proceso de Soldadura		DC (Corriente Directa)				
Codigo		RFR_03_SUE_02				
Marca		ELEKTRO INVERTER				
N° de Serie						
Modelo		290				
Año de Fabricación		2006				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO						
Sistema de Alimentación		220V a 50/60Hz				
Peso		26 Kg				
Rango de Corriente		30 - 290 Amperios				
Ciclo de trabajo nominal		60% a 200 Amperios				
Tipo de gas utilizable		CO2, Argón Puro y Mezcla entre CO2 y Argón		DIMENSIONES		
Diámetro de Alambre		0.6 - 1.2 mm				
Eficiencia		>85%		Alto	Ancho	Largo
				300 mm	150 mm	550 mm
CONDICIONES GENERALES						
Actividad		Se realiza trabajos de union de materiales en estructuras con el proceso MIG				
Años de Servicio		Realiza trabajos desde hace 4 años				
Situación Actual		Brinda servicio de suelda con total normalidad				
Observaciones		Se ha realizado cambio de boquillas, antorchas, cambios periodicos en el tanque de CO2 y carretes de alambre				
Criticidad		No Critico				



	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
<p>Máquina soldadora para unión de materiales, ofrece salida de corriente estable y su proceso de soldadura es mediante el arco con electrodo revestido, ayudando así a que el trabajo sea más versátil. Cuenta con una pantalla de visualización y control de amperaje.</p>					
Nombre		Soldadora SMAW			
Proceso de Soldadura		DC (Corriente Directa)			
Codigo		RFR_03_SUE_03			
Marca		ELEKTRO INVERTER			
N° de Serie					
Modelo		MMA 251			
Año de Fabricación		2006			
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación		220V Monofásica a 50/60Hz			
Peso		14 Kg			
Rango de Corriente		20 - 250 Amperios			
Ciclo de trabajo nominal		60% a 200 Amperios			
Diametro de Electrodo		1.6 - 5 mm			
Tipos de Electrodo recomendados		Electrodos Revestidos de acero inoxidable, acero al carbono y hierro fundido			
Eficiencia		> 85%			
CONDICIONES GENERALES					
Actividad		Realiza trabajos de unión y reparación de materiales que tienen alta resistencia			
Años de Servicio		Lleva brindando servicio desde hace 10 años			
Situación Actual		La máquina lleva realizando trabajos con total normalidad			
Observaciones		Se ha realizado un mantenimiento en la parte electrónica en la fuente de alimentación, también se ha reemplazado las pinzas de la masa y de los electrodos			
Críticidad		Medianamente Crítico			



	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina herramienta utilizada para realizar operaciones de torneado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene un uso de dos meses en la empresa.					
Nombre	Soldadora AUTÓGENA				
Codigo	RFR_03_SUE_04				
Marca de Tanque	LINDE				
N° de Serie	NA				
Modelo	NA				
Año de Fabricación	2006				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220V/60Hz				
Diametro de la broca	105 mm				
Lubricantes Utilizados					
Capacidad maxima de distancia maxima entre husillo y mesa	NA	DIMENSIONES			
Cambio de velocidades del husillo	NA	Alto	Ancho	Largo	
Motor	10 HP (7.5 Kw)	2100 mm	400 mm	230 mm	
Velocidad Husillo	26-1700 RPM				
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Calentamiento de piezas, tratamiento térmico, proceso de soldadura en materiales especiales y forjado				
Años de Servicio	Realiza trabajos desde hace 15 años				
Situación Actual	Máquina en funcionamiento con normalidad				
Observaciones	Se ha realizado un mantenimiento modificativo en el cambio de tanques oxigeno y acetileno				
Criticidad	No Critico				

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina herramienta utilizada para realizar operaciones de torneado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene un uso de dos meses en la empresa.					
Nombre	Fresadora Vertical				
Codigo	RFR_05_PRH_01				
Marca	ITALMACC				
N° de Serie	NA				
Modelo	DM45L				
Año de Fabricación	2021				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación					
Diametro de la broca					
Lubricantes Utilizados					
Capacidad maxima de distancia maxima entre husillo y mesa		DIMENSIONES			
Cambio de velocidades del husillo		Alto	Ancho	Largo	
Motor					
Velocidad Husillo					
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Trabajo de troquelado, embutido y ensamblaje de piezas				
Años de Servicio	Lleva realizando trabajos en la empresa desde el año 2012				
Situación Actual	La máquina brinda servicios con total normalidad				
Observaciones	Se han hecho mantenimientos modificativos como cambios de aceite de bomba, se ha hecho cambio de filtro de la bomba, tambien trabajos de ajuste y lubricación				
Criticidad	No Critico				

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Jasson		
		Fecha:	25/3/2024		
		Página:	1 de 1		
FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
Máquina herramienta utilizada para realizar operaciones de torneado en piezas metálicas u otros materiales. Tiene un uso de dos meses en la empresa.					
Nombre	Prensa Hidráulica				
Codigo	RFR_05_PRH_02				
Marca	Propia de la Empresa				
N° de Serie	NA				
Modelo	NA				
Año de Fabricación	2007				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220V/60Hz				
Diametro de la broca	105 mm				
Lubricantes Utilizados					
Capacidad maxima de distancia maxima entre husillo y mesa		DIMENSIONES			
Cambio de velocidades del husillo		Alto	Ancho	Largo	
Motor	NA				
Velocidad Husillo	NA				
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Ensamblaje de Piezas				
Años de Servicio	Lleva 17 años brindando servicio				
Situación Actual	La máquina trabaja con total normalidad				
Observaciones	Se ha realizado cambios en el gato hidráulico 3 veces, tambien se ha reemplazado el amortiguador				
Criticidad	No Critico				

Anexo 2. Evaluación de Criticidad de las máquinas

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elían
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_01_TOR_01
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 (x)	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 ()	
Parada entre 0-49% de la producción		1 (x)	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 ()	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 (x)	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentáneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elían
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina	RFR_01_TOR_02
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 (x)	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elían
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_01_TOR_03
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 (x)	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_01_FRE_01
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 (x)	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina	RFR_01_FRE_02
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 (x)	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 (x)	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 ()	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_03_SUE_01
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 (x)	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 ()	
Parada entre 0-49% de la producción		1 (x)	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente el ambiente		6 (x)	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 ()	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elían
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina	RFR_03_SUE_02
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 (x)	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 ()	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 (x)	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 (x)	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 ()	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina	RFR_03_SUE_03
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 (x)	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 (x)	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 ()	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina	RFR_03_SUE_04
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 (x)	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 (x)	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 ()	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_04_COM_01
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 (x)	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 ()	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 (x)	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_05_PRH_01
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 (x)	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 ()	
Parada entre 0-49% de la producción		1 (x)	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 (x)	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 ()	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina	RFR_05_PRH_02
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 (x)	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 ()	
Parada entre 0-49% de la producción		1 (x)	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 (x)	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 ()	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_06_SIE_01
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 (x)	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 ()	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 (x)	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 ()	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elian
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina	RFR_07_TAL_01
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 (x)	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

	EMPRESA INDUSTRIAL RFR	Elaborado por:	Flores René Robles Elían
		Fecha:	27/4/2024
		Código de Máquina:	RFR_07_TAL_02
EVALUACIÓN DE CRITICIDAD			
FACTORES		NUMERACIÓN	
FRECUENCIA DE FALLA			
Frecuente	(Mayor a dos fallas al año)	4 ()	
Promedio	(Menor a dos fallas al año)	3 ()	
Bueno	(Entre 0.5 a una falla al año)	2 ()	
Excelente	(Menor a 0.5 fallas al año)	1 (x)	
CONSECUENCIA O IMPACTO OPERACIONAL			
Parada 100% Total de la producción		10 ()	
Parada entre 50-99% de la producción		5 (x)	
Parada entre 0-49% de la producción		1 ()	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No Disponibilidad de Repuesto		4 ()	
Media Disponibilidad de Repuesto		2 (x)	
Alta Disponibilidad de Repuesto		1 ()	
IMPACTO SAH (SEGURIDAD, AMBIENTE, HIGIENE)			
Afecta a la seguridad humana externa e internamente		8 ()	
Afecta momentaneamente al ambiente		6 ()	
Afecta negativamente las instalaciones de la empresa		4 ()	
Provoca daños menores en el personal y las instalaciones		2 (x)	
No afecta la seguridad del personal, instalaciones y ambiente		1 ()	
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mayor o igual a \$500		2 ()	
Menor a \$499		1 (x)	

Anexo 3. Análisis Modal de Fallos y Efectos.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: TORNO TOS TRECIN		CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_01_TOR_02		HOJA: 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO		COORDINADOR: PERSONAL ASIGNADO		MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Interruptor	Alimentar o cortar flujo de corriente desde el tablero de alimentación principal hacia el interruptor	Desgaste de mecanismo y funcionalidad	Manipulación diaria para encender y apagar equipo	Sobrecargas y cortocircuitos	1	3	3	9	No forzar su manipulación y cambiar de ser necesario
2	Guías de bancada	Guiar a la bancada a desplazarse en el eje X y Z	Desgaste superficial	Uso continuo y falta de lubricación	La tolerancia de las piezas bajan considerablemente	1	2	2	4	Limpiar y lubricar constantemente
3	Interruptor "paro de emergencia" secundario	Cortar energía inmediatamente el equipo ante una emergencia	Rotura de botonera	Mala manipulación del botón, se lo ocupa para apagar el equipo constantemente	No identificación del paro de emergencia secundario de la máquina	1	1	1	1	Cambiar botón de emergencia
4	Torreta de herramientas	Fijar las herramientas a utilizarse para el mecanizado	Desgaste de pernos que sujetan a las herramientas de la torreta	Uso diario para ajuste y desajuste de herramientas	Vibraciones que generan un acabado rugoso	2	3	2	12	Fabricar y cambiar pernos
5	Lámpara	Iluminar el equipo en condiciones de baja visibilidad	Foco quemado	Rotura	No correcta iluminación	1	1	1	1	Se recomienda tener el foco de repuesto y cambiarlo
6	Carros	Desplazamiento a lo largo de los ejes	Desgaste en desplazamiento horizontal, vertical y auxiliar	Uso permanente	Bajan las tolerancias de mecanizado	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar
7	Contra punto	Perforar y/o centrar piezas	Mala calibración de centros	Descuido de ajustes	Piezas con inclinaciones y medidas no deseadas	2	2	2	8	Se recomienda ajustar periódicamente
8	Caja Norton	Sistema de transmisión del equipo	Desgaste en engranajes y correas	Falta de lubricación y desgaste por tiempo de uso	Velocidades y avances incorrectos	3	3	3	27	Revisar constantemente la caja y sus componentes

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: TORNO STOREBRO BRUCKS		CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_01_TOR_03		HOJA: 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO		COORDINADOR: PERSONAL ASIGNADO		MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Interruptor	Alimentar o cortar flujo de corriente desde el tablero de alimentación principal hacia el interruptor	Desgaste de mecanismo y funcionalidad	Manipulación diaria para encender y apagar equipo	Sobrecargas y cortocircuitos	1	3	3	9	No forzar su manipulación y cambiar de ser necesario
2	Guías de bancada	Guiar a la bancada a desplazarse en el eje X y Z	Desgaste superficial	Uso continuo y falta de lubricación	La tolerancia de las piezas bajan considerablemente	1	2	2	4	Limpiar y lubricar constantemente
3	Interruptor "paro de emergencia" secundario	Cortar energía inmediatamente el equipo ante una emergencia	Rotura de botonera	Mala manipulación del botón, se lo ocupa para apagar el equipo constantemente	No identificación del paro de emergencia secundario de la máquina	1	1	1	1	Cambiar botón de emergencia
4	Torreta de herramientas	Fijar las herramientas a utilizarse para el mecanizado	Desgaste de pernos que sujetan a las herramientas de la torreta	Uso diario para ajuste y desajuste de herramientas	Vibraciones que generan un acabado rugoso	2	3	2	12	Fabricar y cambiar pernos
5	Lámpara	Iluminar el equipo en condiciones de baja visibilidad	Foco quemado	Rotura	No correcta iluminación	1	1	1	1	Se recomienda tener el foco de repuesto y cambiarlo
6	Carros	Desplazamiento a lo largo de los ejes	Desgaste en desplazamiento horizontal, vertical y auxiliar	Uso permanente	Bajan las tolerancias de mecanizado	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar
7	Contra punto	Perforar y/o centrar piezas	Mala calibración de centros	Descuido de ajustes	Piezas con inclinaciones y medidas no deseadas	2	2	2	8	Se recomienda ajustar periódicamente
8	Caja Norton	Sistema de transmisión del equipo	Desgaste en engranajes y correas	Falta de lubricación y desgaste por tiempo de uso	Velocidades y avances incorrectos	3	3	3	27	Revisar constantemente la caja y sus componentes

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: FREZADORA ITALCO		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_02_FRI_02		HOJA: 1		
NOMBRE Y TIPO DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO		COORDINADOR PERSONAL ASIGNADO		MODELO-SISTEMA-FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO		FECHA DE REVISIÓN		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTAJACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Columna	Dar rigidez a la estructura del equipo	Vibraciones constantes	Falta de empotración hacia el suelo	Vibraciones en toda la estructura del equipo	1	1	1	1	Se recomienda anclar y nivelar el equipo
2	Motor	Da la alimentación de movimiento al equipo	Desgaste de motor	No mantenimiento adecuado	No funcionamiento de la máquina	1	2	2	4	Se recomienda revisar estado del motor constantemente
3	Carro longitudinal	Se desplaza en sentido X	Desgaste en guías de desplazamiento	Uso continuo	No precisión en piezas	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar las guías diariamente
4	carro transversal	Se desplaza en sentido Y	Desgaste en guías de desplazamiento	Uso continuo	No precisión en piezas	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar las guías diariamente
5	Carro vertical	Se desplaza en sentido Z	Desgaste en guías de desplazamiento	Uso continuo	No precisión en piezas	2	2	2	8	Se recomienda limpiar y lubricar las guías diariamente
6	Ejes accionadores de carros	Ejes roscados para accionado de eje automático	Desgaste en ejes roscados	Engrane de engranaje motor con eje transmisor	Engrane inadecuado	2	2	2	8	Se recomienda engranar con el motor apagado
7	Husillo	Ajustar las herramientas de corte	Desgaste de rosca y/o boquilla	Ajuste incorrecto de herramientas	Daño de rosca	2	3	3	18	Se recomienda ajustar y alinear las herramientas con el torque adecuado
8	Botonera de ON-OFF	Alimenta corriente al motor para su funcionamiento	Desgaste de funcionalidad	Manipulación diaria	No encendido ni apagado del equipo	1	1	1	1	Se recomienda cambiar en caso de daño
9	Bomba de refrigeración	Refrigera las herramientas y piezas de corte	Desgaste de bomba	No mantenimiento adecuado	Quema herramientas de corte por falta de refrigeración	1	1	2	2	Se recomienda revisar el estado de la bomba constantemente



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: SOLDADORA MIG 290 PRO		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_03_SUE_02		HOJA: 1		
NOMBRE Y TIPO DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO		COORDINADOR PERSONAL ENCARGADO		MODELO-SISTEMA-FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO		FECHA DE REVISIÓN		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTAJACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	ANTORCHA	Controla el arco de soldadura y caudal de gas	Desgaste de componentes	Calor generado en el proceso	Mal contacto entre superficie-autorcha	2	3	3	18	Se recomienda tener los consumibles necesarios
2	ALIMENTADOR DE ALAMBRE	Alimenta alambre de cobre al proceso	Daño en el mecanismo de arrastre	Uso continuo	Fallas en la soldadura	2	2	2	8	Se recomienda revisar y reparar el mecanismo de alimentación de alambre
3	MASA	Elemento conductor de electricidad	Degradación por quemaduras con el tiempo	Incorrecta conexión	Mal contacto para paso de electricidad	1	1	1	1	Se recomienda colocar correctamente la piza
4	FUENTE	Proporciona la alimentación necesaria para el proceso de soldadura	Quema de componentes internos	Mala regulación y excesos de ciclos de trabajo	Baja la vida del equipo	2	2	2	8	Se recomienda trabajar con los ciclos establecidos para la máquina.
5	GAS CO2	gas inerte para crear capa protectora a la soldadura	No existencia de gas	Uso en el proceso	No se puede realizar el proceso	3	3	3	27	Se recomienda tener un control para tener un gas en stock
6	MANÓMETRO	Controla la presión ejercida en el proceso de soldadura	Manipulación constante	Desgaste por apertura y cierre continuo	No se regula el caudal correcto para la protección del proceso	1	1	1	1	Se recomienda manipular delicadamente el dispositivo
7	TOMA CORRIENTE	Permite realizar la conexión del equipo	Conexiones constantes	Conexión y desconexión a corriente	Cortocircuitos indeseados	1	1	1	1	Se recomienda colocar y desconectar cuidadosamente el dispositivo
8	CABLE DE ENERGÍA Y GAS	Permite la circulación de corriente y energía hacia el equipo y proceso	Desgaste prematuro	Arrastre no intencional en el suelo	Afecta al operador por cortocircuito y desperdicio de gas al ambiente	1	2	1	2	Se recomienda evitar el arrastre innecesario
9	BOTONERA DE REGULACIÓN	Regular el equipo según requerimiento	Desgaste de perillas y botones	Uso permanente por trabajo	Mala calibración del equipo	2	2	1	4	Se recomienda realizar una revisión de parte electrónica



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: SOLDADORA SMAW MMA-251		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_03_SUE_03		HOJA 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES MANTENIMIENTO		COORDINADOR PERSONAL ENCARGADO		MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	PINZA PORTA ELECTRODO	Sostener el electrodo que se utiliza en el proceso de soldadura	Quemadura de cable y pinza	Calor disipado en el proceso	Pone en riesgo al operador	2	2	2	8	Se recomienda cambiar el elemento
2	MASA	Elemento conductor de electricidad	Degradación por quemaduras con el tiempo	Incorrecta conexión	Mal contacto para paso de electricidad	1	1	1	1	Se recomienda colocar correctamente la pinza
3	TOMA CORRIENTE	Permite realizar la conexión del equipo	Conexiones constantes	Conexión y desconexión a corriente	Cortocircuitos indeseados	1	1	1	1	Se recomienda colocar y desconectar cuidadosamente el dispositivo
4	FUENTE	Proporciona la alimentación necesaria para el proceso de soldadura	Quema de componentes internos	Mala regulación y exceso de ciclos de trabajo	Baja la vida del equipo	2	2	2	8	Se recomienda trabajar con los ciclos establecidos para la máquina.
5	BOTONERA DE REGULACIÓN	Regular el equipo según requerimiento	Desgaste de perillas y botones	Uso permanente por trabajo	Mala calibración del equipo	2	2	1	4	Se recomienda realizar una revisión de parte electrónica

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: SOLDADORA AUTOGENA		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_03_SUE_04		HOJA 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES MANTENIMIENTO		COORDINADOR PERSONAL ENCARGADO		MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	ANTORCHA	Brindar llama oxiacetilénica para calentar materiales	Rotura de mangueras	Uso, contacto con suelo y objetos, calor disipado	Explosiones y/o afectaciones al operario	2	2	2	8	Se recomienda cambiar el elemento
2	GAS OXÍGENO	Sirve para realizar la mezcla homogénea	Insuficiencia de gas	Uso permanente	El proceso no continúa	2	3	2	12	Se recomienda sustituir el tanque de gas
3	GAS ACETILENO	Sirve para realizar la mezcla homogénea	Insuficiencia de gas	Uso permanente	El proceso no continúa	2	3	2	12	Se recomienda sustituir el tanque de gas
4	COCHE SOPORTE	Transporta el equipo de un lugar a otro	Pérdida de rigidez estructural	Movimiento	Inhabilitación de transporte interno en la empresa	1	1	1	1	Se recomienda realizar ajuste permanente de pernos y tuercas
5	MANÓMETRO	Controla la presión ejercida en el proceso de soldadura	Manipulación constante	Desgaste por apertura y cierre continuo	No se regula el caudal correcto para la protección del proceso	1	1	1	1	Se recomienda manipular delicadamente el dispositivo

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: PRENSA HIDRAULICA RFR		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_05_PRLH_02		HOJA 1		
NOMBRE Y DTPO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES MANTENIMIENTO		COORDINADOR PERSONAL ENCARGADO		MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA DE INICIO:		FECHA DE REVISIÓN:		
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	GATO HIDRÁULICO	Brindar fuerza al sistema	Pérdida de fuerza	Uso permanente y exceso de carga	Derrame de aceite y daño de mecanismo	1	1	1	1	Se recomienda realizar el cambio de aceite y reajuste
2	ESTRUCTURA	Sirve para dar robustez ante la presión que se ejerce	Pérdida de rigidez y robustez estructural	Golpes innecesarios a estructura	Vibraciones y copalzo de la estructura	2	2	2	8	Se recomienda no poner en riesgo la estructura con golpes no profesionales
3	MANÓMETRO	Controla la presión ejercida en el proceso	Manipulación constante	Desgaste por apertura y cierre continuo	No se regula el caudal correcto para el proceso	1	1	1	1	Se recomienda manipular delicadamente el dispositivo
4	Mesa ajustable	Soportar los materiales a utilizarse	Pérdida de propiedades	Exceso de fuerza en la capacidad del equipo	Pandeo de mesa de trabajo	1	2	2	4	Se recomienda hacer revisiones periódicas

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
AMFE DE PROYECTO ()		AMFE DE PROCESO (X)		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: TALADRO DE BANCO RONG LONG 12 RLD-119			CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE: RFR_07_TAL_02			HOJA: 1	
NOMBRE Y TIPO DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDORES: MANTENIMIENTO				COORDINADOR, PERSONAL ENCARGADO			MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN			FECHA DE INICIO	FECHA DE REVISIÓN
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	PUNTUACIÓN				RECOMENDACIÓN	
						F	G	D	IPR		
1	CAJA DE TRANSMISIÓN	Proporciona movimiento y velocidad al sistema	Desgaste de elementos	No mantenimiento	Paro del equipo	1	2	2	4	Se recomienda revisar poleas y correas de transmisión	
2	HUSILLO	Brindar apriete a herramientas de corte	Desgaste del husillo	Desgaste de dientes del husillo por mal ajuste	Mal agarre de herramientas y pandeo del husillo	2	3	2	12	Se recomienda usar llave diseñada	
3	MOTOR	Proporciona energía de trabajo al equipo	Falla de motor	No revisión continua	Pérdida de fuerza para realizar el trabajo	1	2	1	2	Se recomienda medir amperaje y voltaje constantemente	
4	MANIVELA	Desplazar el husillo hacia arriba y abajo	Desgaste de cremallera y engranaje	Falta de mantenimiento	Aumento de fuerza para su desplazamiento	1	1	1	1	Se recomienda engrasar engranajes permanentemente	
5	MESA	Sirve de apoyo para materiales a ser taladrados	Desgaste superficial	Taladrado incoorrecto	Superficie con demasiada rugosidad	1	1	1	1	Se recomienda usar elementos como madera anclada a la base	
6	BASE	Brinda estabilidad a la estructura	-	-	-	-	-	-	-	-	

