



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL**
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

“DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PRODUCTIVOS Y PERIFÉRICOS DEL
PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS Y CONFITES EN LA EMPRESA
GALCONDOR CÍA. LTDA.”

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Implementación de sistemas de
mantenimiento industrial.

AUTOR: Edison Rolando López Rodríguez

TUTOR: Ing. Andrés Gonzalo Cabrera Acosta, Mg.

Ambato – Ecuador

Abril 2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema “DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PRODUCTIVOS Y PERIFÉRICOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS Y CONFITES EN LA EMPRESA GALCONDOR CÍA LTDA.”, realizado por el señor Edison Rolando López Rodríguez, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Abril, 2018

TUTOR



Ing. Andrés Gonzalo Cabrera Acosta, Mg.

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente Proyecto de Investigación titulado: “DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PRODUCTIVOS Y PERIFÉRICOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS Y CONFITES EN LA EMPRESA GALCONDOR CÍA LTDA.”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Abril, 2018

AUTOR



Edison Rolando López Rodríguez

C.C.: 1803918117

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato Abril, 2018



Edison Rolando López Rodríguez

C.C.: 1803918117

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Ana María Pilco Salazar, Mg., Ing. Víctor Hugo Guachimbosa Villalba, PhD. revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PRODUCTIVOS Y PERIFÉRICOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS Y CONFITES EN LA EMPRESA GALCONDOR CÍA LTDA.”, presentado por el señor Edison Rolando López Rodríguez de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



.....
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



.....
Ing. Ana María Pilco Salazar, Mg.
DOCENTE CALIFICADOR



.....
Ing. Víctor Hugo Guachimbosa Villalba, PhD.
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios quien guía cada día el destino de mi vida y por permitirme haber llegado a este momento tan importante en mi vida.

A mis padres a quienes amo profundamente y que en el transcurso de mi vida han velado por mi bienestar y formación académica, siendo mi apoyo en cada momento, inculcando en mí normas, valores y principios que me orientaron a tomar las mejores decisiones personales y profesionales.

A mi hermana por su cariño y afecto en todos los momentos compartidos y a mi querida abuelita quien supo brindarme sus sabios consejos.

A mi esposa por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional a cada momento de mi vida, quien me inspira cada día para poder alcanzar juntos nuevas metas.

Edison López

AGRADECIMIENTOS

Gratitud, palabra pronunciada con sinceridad, lo dirijo a la Universidad Técnica de Ambato, docentes y autoridades que conforman la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

A mi tutor Ing. Andrés Cabrera, quien en cada una de las asesorías compartió su valioso conocimiento y me brindó su apoyo permanente e incondicional para la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Fabricio Vaca presidente ejecutivo de la Empresa Galcondor Cía. Ltda., por darme apertura para poder desarrollar el presente trabajo de titulación y al señor Fabián Acosta jefe de mantenimiento por compartir su conocimiento y experiencia.

A mis suegros quienes me ayudaron a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que depositaron en mí y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir, por lo cual viviré eternamente agradecido.

Edison López

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del Problema	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.3. Delimitación del Problema	3
1.3.1. Delimitación del contenido	3
1.3.2. Delimitación Espacial	3
1.3.3. Delimitación Temporal	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes Investigativos	6
2.2. Fundamentación Teórica.....	7
2.2.1. Disponibilidad de equipos.....	7
2.2.2. Proceso de fabricación de galletas.....	8

2.2.3. Mantenimiento Industrial	11
2.2.4. Funciones del mantenimiento	11
2.2.5. Tipos de mantenimiento	12
2.2.6. Ventajas, desventajas y aplicaciones asociadas al tipo de mantenimiento 15	
2.2.7. Modelos de mantenimiento posibles	16
2.2.8. Decisión sobre el tipo de mantenimiento	17
2.2.9. Gestión de los equipos	18
2.2.10. Análisis de modos de fallos y efectos (AMFE)	20
2.2.11. Análisis de Criticidad	27
2.2.12. Curva de la bañera o de Davies	27
2.2.13. Indicadores técnicos de mantenimiento	29
2.2.14. Fórmulas para el cálculo de los indicadores de mantenimiento	30
2.2.15. Frecuencia en las tareas de mantenimiento	31
2.3. Propuesta de solución	32
CAPÍTULO III	33
METODOLOGÍA	33
3.1. Modalidad de investigación	33
3.1.1. Investigación aplicada	33
3.1.2. Investigación de Campo	33
3.1.3. Investigación bibliográfica - documental	33
3.2. Población y Muestra	34
3.3. Recolección de la información	34
3.4. Procesamiento y análisis de datos	35
3.4.1. Validación y edición	35
3.4.2. Codificación	35
3.4.3. Introducción de datos	35
3.4.4. Tabulación y análisis estadísticos	35
3.5. Desarrollo del Proyecto	35
CAPÍTULO IV	37
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	37
4.1 Tema	37
4.2 Datos Informativos	37

4.3	Información general de la empresa Galcondor Cía. Ltda.....	37
4.4	Layout del área de producción	38
4.5	Mapa de proceso de producción de galletas y confites	39
4.6	Productos de la empresa Galcondor Cía. Ltda.	39
4.7	Inventario de equipos existentes en el área de producción.	41
4.8	Clasificación de equipos según su naturaleza	42
4.9	Asignación de códigos a cada equipo productivo y periférico.....	42
4.10	Dossier de equipos productivos.....	43
4.11	Dossier equipo periférico	71
4.12	Cálculo de tiempos para conocer la disponibilidad actual de los equipos productivos y periféricos.	74
4.13	Tabla de resumen de disponibilidad de equipos.....	85
4.14	Criticidad de equipos productivos y periféricos aplicando el método AMFE.....	86
4.15	Resultados del análisis del método AMFE.....	97
4.16	Elaboración de actividades de mantenimiento basadas en la confiabilidad...	98
CAPÍTULO V		100
CONCLUSIONES		100
RECOMENDACIONES		101
BIBLIOGRAFÍA.....		102
ANEXOS.....		105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas, desventajas y aplicaciones asociadas al tipo de mantenimiento ..	15
Tabla. 2. Formato de la hoja de trabajo AMFE.....	21
Tabla 3. Ponderación de la gravedad o severidad del fallo.....	23
Tabla 4. Ponderación de la ocurrencia.....	24
Tabla 5. Ponderación de la detectabilidad.....	25
Tabla 6. Productos que fabrica la empresa Galcondor.....	39
Tabla 7. Inventario de equipos de producción.....	41
Tabla 8. Clasificación de equipos según su naturaleza.....	42
Tabla 9. Asignación de códigos para los equipos productivos y periféricos.....	43
Tabla 10. Dossier moldeadora rotativa.....	44
Tabla 11. Dossier moldeadora rotativa (Continuación 1).....	45
Tabla 12. Dossier moldeadora rotativa (Continuación 2).....	46
Tabla 13. Dossier amasadora 1.....	47
Tabla 14. Dossier amasadora 1 (Continuación 1).....	48
Tabla 15. Dossier amasadora 1 (Continuación 2).....	49
Tabla 16. Dossier amasadora 1 (Continuación 3).....	50
Tabla 17. Dossier Amasadora 2.....	50
Tabla 18. Dossier Amasadora 2 (Continuación 1).....	51
Tabla 19. Dossier Amasadora 2 (Continuación 2).....	52
Tabla 20. Dossier Mezcladora.....	53
Tabla 21. Dossier Mezcladora (Continuación 1).....	54
Tabla 22. Dossier Mezcladora (Continuación 2).....	55
Tabla 23. Dossier Empastadora.....	55
Tabla 24. Dossier Empastadora (Continuación 1).....	56
Tabla 25. Dossier Empastadora (Continuación 2).....	57
Tabla 26. Dossier Laminadora.....	57
Tabla 27. Dossier Laminadora (Continuación 1).....	58
Tabla 28. Dossier Laminadora (Continuación 2).....	59
Tabla 29. Dossier Horno continuo 1.....	60
Tabla 30. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 1).....	61
Tabla 31. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 2).....	62
Tabla 32. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 3).....	63
Tabla 33. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 4).....	64

Tabla 34. Dossier Horno continuo 2	64
Tabla 35. Dossier Horno Continuo 2 (Continuación 1)	65
Tabla 36. Dossier Horno continuo 2 (Continuación 2).....	66
Tabla 37. Dossier Horno continuo 2 (Continuación 3).....	67
Tabla 38. Dossier formadora de chocolatín	67
Tabla 39. Dossier formadora de chocolatín (Continuación 1)	68
Tabla 40. Dossier formadora de chocolatín (Continuación 2)	69
Tabla 41. Dossier mezcladora para confites	70
Tabla 42. Dossier mezcladora para confites (Continuación 1)	71
Tabla 43. Dossier compresor vertical.....	72
Tabla 44. Dossier compresor vertical (Continuación 1)	73
Tabla 45. Cálculo de tiempos en horas de la moldeadora rotativa.....	74
Tabla 46. Cálculo de tiempos en horas de la amasadora 1.....	75
Tabla 47. Cálculo de tiempos en horas de la amasadora 2.....	76
Tabla 48. Cálculo de tiempos en horas de la mezcladora	77
Tabla 49. Cálculo de tiempos en horas de la empastadora	78
Tabla 50. Cálculo de tiempos en horas de la laminadora.....	79
Tabla 51. Cálculo de tiempos en horas del horno continuo 1	80
Tabla 52. Cálculo de tiempos en horas del horno continuo 2	81
Tabla 53. Cálculo de tiempos en horas de la formadora de chocolatín.....	82
Tabla 54. Cálculo de tiempos en horas de la mezcladora de confites.....	83
Tabla 55. Cálculo de tiempos en horas del compresor de aire.....	84
Tabla 56. Tabla de resumen de los equipos productivos y periféricos	85
Tabla 57. Ficha AMFE de la moldeadora rotativa	87
Tabla 58. Ficha AMFE de la moldeadora rotativa (Continuación 1).....	88
Tabla 59. Ficha AMFE de la amasadora 1	88
Tabla 60. Ficha AMFE de la amasadora 1 (Continuación 1).....	89
Tabla 61. Ficha AMFE de la amasadora 2	90
Tabla 62. Ficha AMFE de la amasadora 2 (continuación 1).....	91
. Ficha AMFE de la amasadora 2	91
Tabla 63. Ficha AMFE de la mezcladora.....	91
Tabla 64. Ficha AMFE de la mezcladora (Continuación 1)	92
Tabla 65. Ficha AMFE de la empastadora.....	92
Tabla 66. Ficha AMFE de la empastadora (Continuación 1).....	93

Tabla 67. Ficha AMFE de la laminadora	94
Tabla 68. Ficha AMFE de la laminadora (Continuación 1).....	95
Tabla 69. Ficha AMFE del horno continuo 1	95
Tabla 70. Ficha AMFE del horno continuo 1 (Continuación 1)	96
Tabla 71. Ficha AMFE del horno continuo 2	97
Tabla 72. Ficha AMFE del horno continuo 2 (Continuación 1)	98
Tabla 73. Ficha AMFE de la moldeadora de chocolatín.....	98
Tabla 74. Ficha AMFE de la moldeadora de chocolatín (Continuación 1)	99
Tabla 75. Ficha AMFE de la mezcladora para confites	99
Tabla 76. Ficha AMFE de la mezcladora para confites (Continuación 1).....	100
Tabla 77. Ficha AMFE del compresor de aire	100
Tabla 78. Ficha AMFE del compresor de aire (Continuación 1).....	101
Tabla 79. Cuadro de resultados de componentes críticos.....	102
Tabla 80. Cuadro de resultados de componentes críticos (continuación 1).....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Decisión sobre el tipo de mantenimiento.....	18
Fig. 2. Clasificación de equipos según su naturaleza.....	19
Fig. 3. Curva de la bañera o de Davies	29
Fig. 4. Logotipo de la empresa Galcondor Cía. Ltda.	38
Fig. 5. Ubicación de la empresa Galcondor Cía. Ltda.	38
Fig. 6. Layout del área de producción.....	38
Fig. 7. Mapa de procesos para la fabricación de galletas.....	39
Fig. 8. Mapa de procesos para la fabricación de confites	39

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Análisis de la causa raíz para los equipos productivos	106
ANEXO B. Análisis de la causa raíz para el equipo periférico	127
ANEXO C. Bitácora de mantenimiento – Moldeadora Rotativa.....	129
ANEXO D. Bitácora de mantenimiento – Amasadora 1	130
ANEXO E. Bitácora de mantenimiento – Amasadora 2.....	131
ANEXO F. Bitácora de mantenimiento – Mezcladora	132
ANEXO G. Bitácora de mantenimiento – Empastadora.....	133
ANEXO H. Bitácora de mantenimiento – Laminadora	134
ANEXO I. Bitácora de mantenimiento – Horno 1	135
ANEXO J. Bitácora de mantenimiento – Horno 2.....	136
ANEXO K. Bitácora de mantenimiento – Formadora de Chocolatín.....	137
ANEXO L. Bitácora de mantenimiento – Mezcladora para confites.....	138
ANEXO M. Bitácora de mantenimiento – Compresor vertical	139
ANEXO N1. REPORTE DE NOVEDAD	140
ANEXO N2. HOJA DE VIDA	141
ANEXO N3. SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	142
ANEXO N4. ORDEN DE TRABAJO.....	143
ANEXO N5. REGISTRO DE MANTENIMIENTO	144
ANEXO N6. INFORME DE MANTENIMIENTO.....	145

RESUMEN

La presente investigación se realiza con el fin de conocer la disponibilidad de los equipos productivos y periféricos en el área de producción de galletas y confites de la empresa Galcondor Cía. Ltda., con miras a desarrollar actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo que ayuden a mejorar la disponibilidad de las máquinas que se utilizan para la fabricación de galletas y confites, reduciendo el tiempo de paralización que se emplea para realizar los mantenimientos en las máquinas, aspecto que influye mucho en la productividad de la empresa. Por otra parte también se analizará los indicadores de mantenimiento Industrial Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time Through Repair (MTTR), la tasa de fallos (λ), tasa de reparación (μ), entre otros indicadores de mantenimiento industrial de clase mundial, los mismos que sirven para determinar el estado actual de operación en el que se encuentran las máquinas productivas y periféricas de la empresa Galcondor Cía. Ltda.

La aplicación de la metodología para conocer la disponibilidad de los equipos productivos y periféricos, no solamente contempla el estudio de las maquinas como tal sino también de los sistemas que las conforman, obteniendo de esta manera: sistemas, componentes y la función específica, para lo cual se realizó el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) en los equipos productivos y periféricos, valorando la frecuencia, gravedad y detectabilidad con lo cual se pudo calcular el nivel de prioridad de riesgo (NPR) de cada componente perteneciente a las maquinas, permitiendo de esta manera generar acciones sobre los que se consideran críticos.

Los resultados según los indicadores de mantenimiento industrial determinan que la tasa de fallos de los equipos productivos y periféricos en promedio es de 0,223 fallos/mes, mientras que la disponibilidad promedio de toda el área productiva es de un 60.90%. La investigación determinó que los componentes mecánicos de los equipos productivos son los más críticos, para ello se procedió a elaborar planes anuales de mantenimiento industrial para cada equipo, además de la creación de hojas de vida, reporte de novedades, solicitud de mantenimiento, orden de trabajo, registros e informes de mantenimiento industrial.

SUMMARY

The present investigation is carried out with the purpose of knowing the availability of the productive and peripheral equipment in the area of production of cookies and candies of the company Galcondor Cía. Ltda., With a view to developing activities of preventive, corrective and predictive maintenance that help to improve the availability of the machines used for the manufacture of cookies and candies, reducing the time of paralysis that is used to perform maintenance on the machines, aspect that greatly influences the productivity of the company. On the other hand, the Industrial Maintenance Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time Through Repair (MTTR), failure rate (λ), repair rate (μ) indicators, among other indicators of industrial maintenance class will also be analyzed. world, the same ones that serve to determine the current state of operation in which are the productive and peripheral machines of the company Galcondor Cía. Ltda

The application of the methodology to know the availability of the productive and peripheral equipment, not only contemplates the study of the machines as such but also of the systems that conform them, obtaining in this way: systems, components and the specific function, for which was carried out the modal analysis of failures and effects (FMEA) in the productive and peripheral equipment, assessing the frequency, severity and detectability with which the level of risk priority (NPR) of each component belonging to the machines could be calculated, allowing in this way to generate actions on those considered critical.

The results according to the indicators of industrial maintenance determine that the failure rate of productive and peripheral equipment is on average 0,223 failures / month, while the average availability of the entire productive area is 60.90%. The investigation determined that the mechanical components of the productive equipment are the most critical, for it was proceeded to elaborate annual plans of industrial maintenance for each equipment, besides the creation of resumes, report of novelties, request of maintenance, order of work, records and reports of industrial maintenance.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

MTBF: Mean Time Between Failures, o tiempo medio entre fallos.

MTTR: Mean Time Through Repair, o Tiempo Medio Entre Reparaciones.

AMFE: Análisis modal de fallos y efectos.

MTTO: Mantenimiento.

MTTO C: Mantenimiento correctivo.

MTTO PV: Mantenimiento preventivo.

MTTO PD: Mantenimiento predictivo.

Fiabilidad: Es la probabilidad de que funcione sin fallos durante un tiempo (t) determinado, en condiciones ambientales dadas.

Mantenibilidad: Es la probabilidad de que, después del fallo, sea reparado en un tiempo dado.

Disponibilidad: Es la probabilidad de que esté en estado de funcionar (ni averiado ni en revisión) en un tiempo dado.

Frecuencia (F): Estimación subjetiva de la ocurrencia del modo de fallo.

Gravedad (G): Estimación subjetiva de las consecuencias.

Detectabilidad (D): Estimación subjetiva de la probabilidad de ser detectado el fallo potencial.

NPR: Nivel de prioridad de riesgo. Producto de F, G y D.

Fallo Funcional: Se refiere a la falta o incumplimiento de la función.

Modo de fallo: Forma en que el dispositivo ó el sistema puede dejar de funcionar ó funcionar anormalmente.

Causa raíz: Anomalía inicial que puede conducir al fallo.

Consecuencia: Efecto del fallo sobre la máquina, la producción, el producto, sobre el entorno inmediato.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad es un indicador que forma parte de la cotidianidad del mantenimiento industrial, permite estimar en forma integral el porcentaje de tiempo total disponible de un equipo para cumplir la función para la cual fue destinado. Los factores que influyen sobre la disponibilidad de equipos son el Mean Time Between Failures, o tiempo medio entre fallos (MTBF) y el Mean Time Through Repair, o tiempo medio entre reparaciones (MTTR). Si se analiza la definición moderna de mantenimiento a nivel industrial se verifica que la misión desde el gerente hasta el operador es garantizar la máxima disponibilidad de la función de los equipos e instalaciones, de tal modo que permita minimizar el tiempo improductivo y lograr un proceso de producción o de servicio con calidad [1].

El presente estudio “DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PRODUCTIVOS Y PERIFÉRICOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS Y CONFITES EN LA EMPRESA GALCONDOR CÍA LTDA.”, tiene como finalidad conocer la disponibilidad de equipos productivos y periféricos existentes en el área de producción, todo esto para establecer los elementos más críticos en cada una de las máquinas y poder desarrollar actividades anuales de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo basadas en la fiabilidad que ayuden en el aumento de la disponibilidad de todas las máquinas ayudando así a mejorar la productividad de la empresa.

Para cumplir con todos estos planteamientos el proyecto de investigación comprende la siguiente estructura en el Capítulo I EL PROBLEMA, trata sobre la problemática de la investigación, el tema, contextualización, formulación, delimitación, justificación del problema y objetivos.

En el Capítulo II correspondiente al MARCO TEORICO, se fundamenta de una manera teórica los antecedentes investigativos y las metodologías aplicadas.

En el Capítulo III METODOLOGÍA, conformado por la modalidad de la investigación, la recolección de la información, el procesamiento y análisis de datos, introducción de datos y desarrollo del proyecto.

En el Capítulo IV DESARROLLO DE LA PROPUESTA, se realiza el inventario de las máquinas existentes en el área de producción, donde se procede a, clasificar y codificar técnicamente los equipos productivos y periféricos; posteriormente procede a realizar un dossier, en el cual se registrara la mayor cantidad de información de cada uno de los equipos productivos y periféricos, esto se logrará con la ayuda de los operadores y la persona encargada del mantenimiento que suministrarán información relevante sobre los componentes más críticos de cada máquina; finalmente se elaborará actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

En el Capítulo V finalmente se presentan los resultados de la investigación mediante las CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

“Disponibilidad de equipos productivos y periféricos del proceso de fabricación de galletas y confites en la empresa Galcondor Cía. Ltda.”

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Contextualización

La disponibilidad, en la ingeniería se define como la probabilidad de que un componente, equipo o sistema productivo esté en estado de funcionar satisfactoriamente en el momento en que sean requeridos, durante un periodo de tiempo determinado [2].

Por lo anterior a nivel mundial las empresas debido a la globalización de los mercados se han visto obligadas a mejorar los departamentos de mantenimiento lo cual les permite ser competitivas y estar en constante evolución según las necesidades actuales, para ello es indispensable que las empresas cuenten con un adecuado plan de mantenimiento, y que la ejecución del mismo les permita conservar sus equipos, maquinaria, herramientas e instalaciones en óptimas condiciones de funcionamiento para en lo posible evitar lograr la reducción de averías imprevistas, tiempo de reparación , prolongar la vida útil de los equipos y con ello reducir el costo de mantenimiento de las instalaciones y contribuir en la calidad de los productos [3].

Con el transcurso de los años los dueños, gerentes y administradores de empresas han entendido la importancia que tiene la planificación y organización de un ciclo de

mantenimiento con respecto a las ganancias de sus organizaciones, motivo por el cual invierten parte de sus recursos en el mejoramiento del área de mantenimiento, contratando personal altamente calificado que planifique actividades de prevención, predicción o corrección con la finalidad de evitar detener la producción por fallas o imprevistos en la máquinas con lo cual permitirá así garantizar la operación óptima de su proceso de producción [4].

Las tendencias actuales en Latinoamérica exigen que las empresas industriales sean cada vez más eficientes en la ejecución de los programas de mantenimiento con la finalidad de ser altamente competitivas; para ello se debe tener en cuenta ciertos factores: objetivos, funciones, formas de ejecución, de organización, métodos a seguir, así como el sistema a ser aplicado procurando perfeccionar estos factores y en particular el relacionado con el sistema de mantenimiento a aplicar, mismo que debe garantizar una confiabilidad operacional de los equipos con un mínimo costo con el propósito de brindar procesos de producción confiables y seguros mejorando notablemente la productividad [3] [5].

El departamento o área de mantenimiento ha crecido de forma progresiva partiendo desde instrumentos y técnicas desarrolladas que aseguran la máxima disponibilidad de equipos cumpliendo con los niveles de calidad, producción y seguridad, tanto en las grandes como en las medianas empresas se está rompiendo las barreras del pasado y mantener a toda el sistema productivo operando en óptimos niveles deja de verse como un gasto para convertirse en el mayor generador de utilidades industriales y el responsable de la sostenibilidad de la empresa, lo que repercute día a día en la productividad de las empresas [6].

En el Ecuador las empresas del sector público y privado están obligadas a mejorar apreciablemente su concepción, metodología y niveles de aplicación en cuanto a programas de mantenimiento mismos que les permita ser más competitivas pues el aumento de la tecnología de punta mejora notablemente la productividad. Antes de que ocurra el auge tecnológico en cuanto a maquinaria y procesos, se utilizaban medios correctivos para eliminar problemas y estos generaban altos índices en lo que se refiere a costos por mantenimiento de equipos ya que se debía esperar que la máquina falle para proceder a la reparación de la misma; actualmente esto ha

cambiado ya que existen técnicas que permiten diagnosticar tanto la parte eléctrica como la mecánica de todas las máquinas o equipos que conforman una planta de producción sin parar los equipos permitiendo así la disminución de los tiempos destinados a la realización del mantenimiento [7].

En el área de producción de galletas y confites de la empresa Galcondor Cía. Ltda., de la ciudad de Ambato presenta algunos inconvenientes con lo que se refiere al mantenimiento de sus máquinas debido a que nunca se ha tomado la iniciativa de realizar un estudio de disponibilidad en el área de producción, por lo que no se conoce con certeza cual el valor de funcionalidad.

El no contar con un plan de mantenimiento incide directamente en el correcto funcionamiento de las máquinas debido a que se desconoce la manera de como prolongar la vida útil de sus equipos así también del tipo de mantenimiento que deben realizar según sea el caso; esta situación aumenta la probabilidad de que los trabajadores puedan sufrir algún tipo de accidente provocado por el equipo, esto genera que la empresa interrumpa temporalmente su proceso de producción y que la rentabilidad disminuya.

1.3. Delimitación del Problema

1.3.1. Delimitación del contenido

Área Académica: Mecánica

Línea de Investigación: Mecánica

Sublínea de Investigación: Implementación de sistemas de mantenimiento industrial.

1.3.2. Delimitación Espacial

El presente proyecto de investigación se desarrollará en la Empresa GALCONDOR CÍA. LTDA., ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, Parque Industrial I etapa, calle 5, lote 73, calle F.

1.3.3. Delimitación Temporal

La investigación se desarrollará durante el periodo académico Septiembre 2017 – Febrero 2018, posterior a la aprobación del perfil por parte del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4. Justificación

La presente investigación es de **interés**, para la Empresa Galcondor Cía. Ltda., ya que conocer la disponibilidad en el área de producción, incide para tomar medidas adecuadas que va relacionadas al mantenimiento que se da a los equipos productivos y periféricos y por medio del presente trabajo se logrará cumplir dichas disposiciones.

La **importancia** de la investigación radica en la necesidad de tener información real referente a la criticidad de los equipos en el área de producción para poder identificar los factores de fallo de cada máquina, proponiendo soluciones para cumplir con un mantenimiento basado en la confiabilidad.

La investigación es **factible** para su realización debido a que se cuenta con el apoyo de la Empresa Galcondor Cía. Ltda., a través de la gerencia para poder ingresar a la planta de producción, dialogar con el supervisor y jefe de producción, se dispone de los recursos bibliográficos, tecnológicos y humanos, además del conocimiento por parte del Docente tutor que servirá de guía para una correcta investigación.

Los principales **beneficiarios** de la investigación serán los propietarios y el personal existente inmerso en el área de producción de la planta al evidenciar un correcto funcionamiento de los equipos, favoreciendo a la productividad de la empresa.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Establecer parámetros técnicos con relación a la disponibilidad de equipos productivos y periféricos del proceso de fabricación de galletas y confites en la empresa Galcondor Cía. Ltda.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar la criticidad de los equipos productivos y periféricos del proceso de fabricación de galletas y confites aplicando el método de análisis de modos de fallos y efectos (AMFE).
- Analizar la fiabilidad y mantenibilidad de equipos productivos y periféricos en el proceso de fabricación de galletas y confites.
- Determinar la disponibilidad de equipos basado en la fiabilidad y mantenibilidad.
- Elaborar actividades de mantenimiento basado en la confiabilidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

La presente investigación se respalda en tesis, artículos y artículos indexados que cuentan con cierta similitud al tema tratado debido a que la disponibilidad de equipos es de vital importancia para las empresas e industrias, para lograr contar con una adecuada disponibilidad se debe tener un adecuado programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo permitiendo así precautelar las máquinas, equipos, instalaciones y seguridad de los trabajadores.

En un estudio sobre la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento, tiene como finalidad discutir las funciones que tienen la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad como herramientas poderosas, que pueden auxiliar en gran medida la toma de decisiones del personal de mantenimiento de equipos industriales. Concluyendo que la confiabilidad práctica puede auxiliar al personal de mantenimiento a obtener altos índices de disponibilidad con bajos costos, pero estos resultados sólo serán alcanzados si se adoptan cambios en el entendimiento de la función de mantenimiento y en la postura de todos los involucrados en este proceso [8].

En otro estudio sobre el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las instalaciones de bombeo de agua potable, que tiene como finalidad desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, lo cual es algo complejo en el cual deberán estar involucrados todos los miembros de la organización y todas las personas que pudiesen verse impactadas por la ejecución y desarrollo del mismo. Finalmente, el autor recomienda que se deba considerar la curva de aprendizaje y los lapsos de

adaptación que cada individuo y que la propia organización requiera para el diseño e implementación de un plan de mantenimiento [9].

Del tema: “Investigación del incremento de productividad en la fábrica de pernos en la empresa Galo G. Orbea O. Cía. Ltda.” Mediante el análisis de disponibilidad en las etapas de su proceso productivo. Se obtiene la siguiente conclusión: En un sistema de producción el incremento de la productividad está ligado con la disponibilidad de equipos, los cuales son directamente proporcionales; es decir que si se logra un aumento de la disponibilidad de los equipos que conforman el sistema productivo automáticamente aumenta la productividad de la fábrica [10].

Al analizar el programa de mantenimiento para la subestación de la Torre de Cali tiene como finalidad implementar un plan de mantenimiento preventivo para lograr un alto índice de disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los activos de la subestación de la Torre de Cali, ya que al reunir todos los criterios se condensan como un sistema de calidad documentado el cual constara con un manual de mantenimiento de calidad y procedimientos operativos tales como las rutinas preventivas [11].

Del tema: “Modelo de gestión de mantenimiento preventivo y predictivo para las subestaciones de la empresa de energía de Cundinamarca” concluye lo siguiente: El modelo de gestión de mantenimiento se ofrece al proceso Operación y Mantenimiento de la Empresa de energía de Cundinamarca como una herramienta indispensable en la conservación de las subestaciones, considerando los activos más relevantes de un sistema de distribución de energía, su implementación y ejecución será analizado por los directivos a cargo del proceso, quienes valoraran el contenido del proyecto y la efectividad y su aplicación. Posteriormente se avanzará hacia las técnicas y filosofías más modernas del mantenimiento de clase mundial. Además, el autor recomienda crear un sistema de información de los activos con fichas técnicas y hojas de vida de los activos que hacen parte de la subestación lo cual permitirá el exitoso cumplimiento de la gestión de mantenimiento [12].

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Disponibilidad de equipos

La disponibilidad, siendo uno de los principales criterios enmarcados en el mantenimiento industrial, se define como la confianza de que componentes o sistemas que requirieron mantenimiento, cumplan su función satisfactoriamente en un tiempo específico. En la práctica el tema de disponibilidad se expresa como un porcentaje de tiempo donde el sistema se encuentra en condiciones óptimas para operar o producir de manera continua. Así, es inherente la relación de los tiempos medios de reparación y tiempo medio entre fallas respectivamente, en la cuestión de disponibilidad de equipos en mantenimiento [13].

De forma más puntual, y tras haber observado los criterios enmarcados en este tema, la disponibilidad queda definida matemáticamente de la siguiente manera, mediante la ecuación (1):

$$D = \left(\left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) * 100 \right) \% \quad (1)$$

Dónde:

MTBF: Mean Time Between Failures, o tiempo medio entre fallos

MTTR: Mean Time Through Repair, o Tiempo Medio Entre Reparaciones

El tiempo medio de reparación depende de aspectos como la facilidad en componentes o sistemas para realizar mantenimiento, en nivel profesional en que se encuentra el profesional encargado de mantenimiento, las características de la organización y planificación de mantenimiento.

Uno de los aspectos que se puede deducir de la fórmula matemática de disponibilidad es que un sistema o componente puede ser mejorado, ya sea aumentando el tiempo medio entre fallas o disminuyendo el tiempo medio de reparación.

2.2.2. Proceso de fabricación de galletas

La elaboración de galletas requiere de varios pasos a seguir, estos pueden variar ligeramente dependiendo del tipo de galleta que se comercializa, en ocasiones es necesario agregar algún tipo de ingrediente que da un valor agregado al producto

final. Para este caso se detallará un típico proceso industrial a seguir para la elaboración de galletas.

a) Preparación de ingredientes

El ingrediente principal es la harina blanda, las partículas deben tener un tamaño de 38μ para conseguir una mejor consistencia en la mezcla con los demás ingredientes. Así, es importante recalcar que cada ingrediente debe ser pesado individualmente, por ejemplo el agua colocada en la mezcla va a depender de la receta.

b) Mezcla de la masa

Los requerimientos de la mezcla dependen únicamente del tipo de galleta, por lo general la masa para las galletas se combinan en máquinas mezcladoras, a velocidades bajas y utilizando ciclos cortos de tiempos.

c) Corte y formado de la masa

Existen tres métodos generales para realizar el corte y formado de la masa:

1. Presión de la masa en una cavidad y extrayéndola con destino al horno mediante una banda móvil. La masa que se ubica en la matriz debe ser sólida y carecer de elasticidad, además poseer una textura aceptable y buena apariencia según lo especificado por el sistema de gestión de calidad e la empresa o fábrica. Finalmente el tema de la cohesión es relevante en esta etapa, esto pretendo evitar que la masa quede dispersada al momento de iniciar el cambio desde la matriz donde se garantiza las dimensiones de la galleta hacia la banda transportadora conectada al horno industrial.
2. Extrusión de la masa para crear formas peculiares, y que a su vez puede cortarse o depositarse en la banda transportadora que la llevará al horno industrial para iniciar el proceso de cocción.
3. Corte de la masa de varias formas donde lleve o no un relieve, esto depende de lo que espera la empresa o fábrica entregar al consumidor final.

d) Cocción en hornos industriales

Por lo general en esta etapa las galletas son transportadas mediante una cinta transportadora de manera continua y a velocidad constante que se modifica dependiendo del el tiempo de horneado de las galletas. Los hornos industriales comúnmente poseen tres zonas de cocción, en la primera se derrite las grasas y azúcares y la galleta empieza a expandirse debido a la temperatura existente en ese momento. En la segunda zona los químicos producen gases, esto es provocado por el calor y el aire presente en esta zona, lo mencionado anteriormente provocará en la galleta un aumento de su volumen. En esta zona aumenta la temperatura para producir una cocción completa de la galleta [14].

Finalmente, en la última zona disminuye la temperatura para dar aspecto, color y sabor a las galletas que son transportadas a través de las bandas que forman parte del horno. Es importante saber que a nivel de la industria existen parámetros para obtener un horneado que cumpla altos estándares de calidad. Al ser productos de consumo humano y por otra parte de consumo masivo obligatoriamente todo el proceso debe atenerse a estándares de calidad que dependen del país donde se encuentra la industria.

En Ecuador por ejemplo un modelo que se utiliza, específicamente para la cocción de galletas y donde se detalla todas las condiciones necesarias para su correcta distribución, entre otros criterios de gran importancia, es la norma RTE INEN 151 “Galletas” [15].

e) Enfriado mediante ventiladores

Al salir del horno, las galletas deben enfriarse de manera uniforme antes de proceder al empaquetado. De darse el caso de un enfriamiento no uniforme, las propiedades de los materiales y el tema de velocidad de enfriamiento, afirman que existiría tensiones en los diferentes puntos del producto lo que provocaría grietas que finalmente llevarían a un estado inaceptable para el empaquetamiento por la rotura que tendría el producto.

f) Empaque

Las galletas que se producen tienen algunas características de calidad que afectan la vida útil y el empaquetado:

1. Bajo contenido de humedad; al presentarse este panorama el producto se protege contra absorción de la humedad en la fase de almacenamiento.
2. Un producto con textura crujiente es quebradizo y debe ser protegido contra roturas en su manipulación y transporte hasta llegar al consumidor final.
3. Cuando el producto resulta rico en grasas es necesario protegerlo del aire para evitar una alteración en su sabor [14].

Dependiendo del volumen de producción las galletas tomarán diferentes formas de empaquetamiento.

2.2.3. Mantenimiento Industrial

La necesidad de la industria competitiva actual de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos de producción, así como de obtener de ellos la mayor disponibilidad, ha originado una gran evolución del mantenimiento industrial en las últimas décadas, pasando de métodos estáticos a dinámicos; con la finalidad de poder predecir los daños, fallas y averías en una etapa incipiente e inclusive llegar a determinar la causa del problema raíz y por lo tanto procurar erradicarlo [16].

El concepto de mantenimiento puede definirse de distintas maneras atendiendo al enfoque que se le dé en cada caso, la mejora de las condiciones funcionales de los equipos incide de manera directa en la seguridad de las instalaciones, y por lo tanto en la disminución de riesgos laborales cabe destacar que un adecuado funcionamiento de la maquinaria redundará en una disminución de los niveles de vibración y ruido, logrando contribuir al mejoramiento de las condiciones ambientales de trabajo [17].

2.2.4. Funciones del mantenimiento

Las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de manera que cumpla los requisitos normales del proceso.

Esta definición dependerá de varios factores entre los cuales puede mencionarse el tamaño y el tipo de industria, la política empresarial incluso las características de producción; por lo tanto dependiendo de estos factores citados las actividades de un departamento de mantenimiento pueden incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos así como de su disponibilidad.
- Realizar estudios necesarios para lograr reducir el número de averías o fallas.
- En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos de almacén necesarios.
- Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.
- Instalación de nuevo equipo.
- Velar por el correcto suministro y distribución de energía.
- Realizar el seguimiento de los costos de mantenimiento.
- Proveer el adecuado equipo de protección personal al personal de la instalación [18].
-

2.2.5. Tipos de mantenimiento

Clasificación

La clasificación del mantenimiento podría establecerse de acuerdo a las posibles funciones que se le atribuyan, así como a la forma de desempeñarlas, actualmente se reconoce los siguientes:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo

- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total [19].

Mantenimiento Correctivo

También llamado mantenimiento “a rotura”, sólo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido; se trata por lo tanto de una actitud pasiva frente a la evolución del estado de los equipos. Este mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas [19]. Sin embargo adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes, entre los cuales se puede citar:

- Las averías generalmente se producen de forma imprevista.
- Las averías al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo.
- Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro [19].

Mantenimiento Preventivo

Al utilizar el plan de mantenimiento preventivo se pretende disminuir o evitar ciertas reparaciones, cambios de piezas o componentes según intervalos de tiempo mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de elementos deteriorados, lo que se conoce como las 3 erres del mantenimiento. Si la segunda y la tercera no se realizan, la primera es inevitable.

El éxito de este mantenimiento dependerá de la correcta elección del período de inspección, ya que puede existir la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas debido a un periodo demasiado largo, mientras que en un período demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo [18].

Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo, teniendo como base el mantenimiento preventivo, resulta ser más una técnica donde es posible detectar cualquier síntoma de máquinas o equipos antes de la aparición de averías o fallos. Las pruebas o inspecciones que se

generan para determinar el comportamiento de una máquina pueden considerar una técnica de tipo predictiva. En contraste con el mantenimiento preventivo aquí se utiliza datos de rendimientos, inspecciones no intrusivas e inspección visual, así se logra reemplazar las actividades de mantenimiento programadas al azar por una técnica de monitorización constante. Entonces se puede estimar, tras lo planteado anteriormente la importancia de este tipo de mantenimiento y su eficacia al momento de predecir fallas catastróficas o funcionales [20].

Los datos obtenidos empleando un mantenimiento predictivo son útiles para fijar la condición de los equipos y observar de manera puntual sus fallas, incluido el análisis de tendencias, comparación de datos, análisis estadístico y pruebas en intervalos de tiempo. A pesar de las múltiples ventajas es incongruente aplicar este tipo de mantenimiento en la práctica; hay instancias en la vida de los componentes que requieren de otro tipo de análisis y, por lo tanto otro tipo de mantenimiento para poder subsanar de forma tal que la máquina realice sus funciones acorde a las necesidades de quienes se benefician de esta práctica en el sector industrial [21].

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM más que una técnica, es un tipo de gestión que implica al personal del área de producción en el mantenimiento de los elementos que tienen fallas o averías. Las funciones que cumple el personal son básicamente tareas de mantenimiento básicas y resolución de problemas a pequeña escala. Entre ellos podemos nombrar la limpieza, lubricación, registro y lectura de parámetros, y en algunos casos la reparación de pequeñas averías [22].

Un TPM no requiere personal con gran experiencia profesional o conocimiento total del comportamiento de la máquina. Por lo tanto es útil como un proyecto de optimización para una empresa que requiera de este servicio. Entre los objetivos que alcanza un TPM podemos nombrar los siguientes:

- Ayuda al operario encargado del mantenimiento a trabajar de forma regular en una máquina y a partir de este punto crear un compromiso, cuidado y conocimiento de dicha máquina y sus componentes específicos.

- Se consigue reducir el número de fallos o averías en los equipos y su incidencia.
- Disminución del empleo de repuestos.
- Se consigue finalmente, una disminución del personal en el departamento de mantenimiento, lo que genera una mayor ganancia hacia futuro [22].

Una correcta implementación de un TPM consigue reducir costos de producción, y aumenta la disponibilidad en los equipos.

2.2.6. Ventajas, desventajas y aplicaciones asociadas al tipo de mantenimiento

Los distintos tipos de mantenimiento industrial más utilizados en la actualidad contemplan pros y contras, como se muestra en la Tabla 1 [23].

Tabla 1. Ventajas, desventajas y aplicaciones asociadas al tipo de mantenimiento

TIPO DE MTTO.	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIÓN
CORRECTIVO	Aprovecha al máximo la vida útil de los equipos	Necesidad de un stock de repuestos significativo	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas secundarios • Costo total de las paradas es menor al costo total de acciones preventivas.
PREVENTIVO	Reducción de paros imprevistos en equipos	Errores al elegir la frecuencia de acciones preventivas	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos mecánicos o electromecánicos sometidos a desgaste. • Relación entre el fallo y la duración es conocida por completo
PREDICTIVO	No crea interrupciones en el funcionamiento de los equipos	Personal mejor capacitado	<ul style="list-style-type: none"> • Motores eléctricos y máquinas rotativas • Equipos estáticos

2.2.7. Modelos de mantenimiento posibles

A continuación se exponen algunos modelos que forman parte de lo observado en cada tipo de mantenimiento. Cada uno de ellos tiene como base dos actividades básicas de mantenimiento: inspección visual y lubricación de componentes. Como uno de los objetivos principales de implementar estas actividades es su rentabilidad, es preciso entender que su aplicación tiene un impacto mínimo en los costos de mantenimiento y, aún al aplicarlos en un Mantenimiento Correctivo (que resulta ser el más sencillo de todos porque aprovecha al máximo la vida útil de los componentes), es indispensable y necesario su incidencia al menos una vez por mes para asegurar un correcto mantenimiento [24].

Al abordar en la técnica de inspección visual, es sencillo comprender que es una actividad de mantenimiento que resulta muy barata y es, de igual modo, una forma instintiva de analizar el funcionamiento de los componentes mediante la observación para detectar fallos o averías que implican, a gran o mediana escala, un problema para todo el proceso de producción. De igual forma al hablar de lubricación, y a pesar de su requerimiento en inversión, es justificada su aplicación debido al coste mínimo que representa. Las averías por falta de lubricación llegan a un extremo de ser muy costosa en comparación a la ejecución de una buena práctica de lubricación a partir de un cronograma planificado previamente. Al haber mencionado la primicia de los modelos de mantenimiento, a continuación se detallan de manera más puntual cada uno de ellos.

Modelo Correctivo

Es el modelo más básico que incluye, además de la lubricación e inspecciones visuales, la reparación de fallas o averías. Se puede aplicar en equipos donde el nivel de criticidad es bajo y cuyas averías no presentan ningún problema económico o técnico. Para los equipos donde se aplica este modelo no es conveniente dedicar mayor cantidad de recursos o esfuerzo.

Modelo Condicional

Las actividades en este modelo son las mismas del Modelo Correctivo, incluyendo además, la ejecución de varias pruebas o ensayos que establecerán una posterior actuación. Tras realizar las pruebas se detecta anomalías se programa una intervención, y por el contrario, todo es correcto, no existiría necesidad de actuar sobre los componentes. Este modelo es aplicable en equipos de uso escaso, o equipos que tienen relevancia en el proceso de producción pero poseen, asimismo, una probabilidad de fallo muy baja.

Modelo Sistemático

En este modelo se realizan tareas sin importar la condición del equipo, además se realizan pruebas para toma de decisiones sobre tareas de mayor envergadura, finalmente se resuelven averías que puedan surgir. Es un modelo que se aplica en equipos de media disponibilidad, con cierta importancia en el proceso de producción y cuyas averías producen perturbaciones.

Es importante diferenciarlo de otros modelos de mantenimiento ya que aquí, en contraste con lo mencionado en los modelos de mantenimiento mencionados, las tareas se realizan sin una periodicidad fija. Simplemente se realizan las tareas y no se toma en cuenta el tiempo de funcionamiento o el estado de los equipos a diferencia de los otros modelos de mantenimiento que pretenden realizar una tarea tras haberse presentado una falla o avería [25].

2.2.8. Decisión sobre el tipo de mantenimiento

Un método para escoger el tipo correcto de mantenimiento es aplicarlo a partir de un diagrama de decisiones que van en función del fallo que se produce en los componentes, como se muestra en la figura 1 [23].

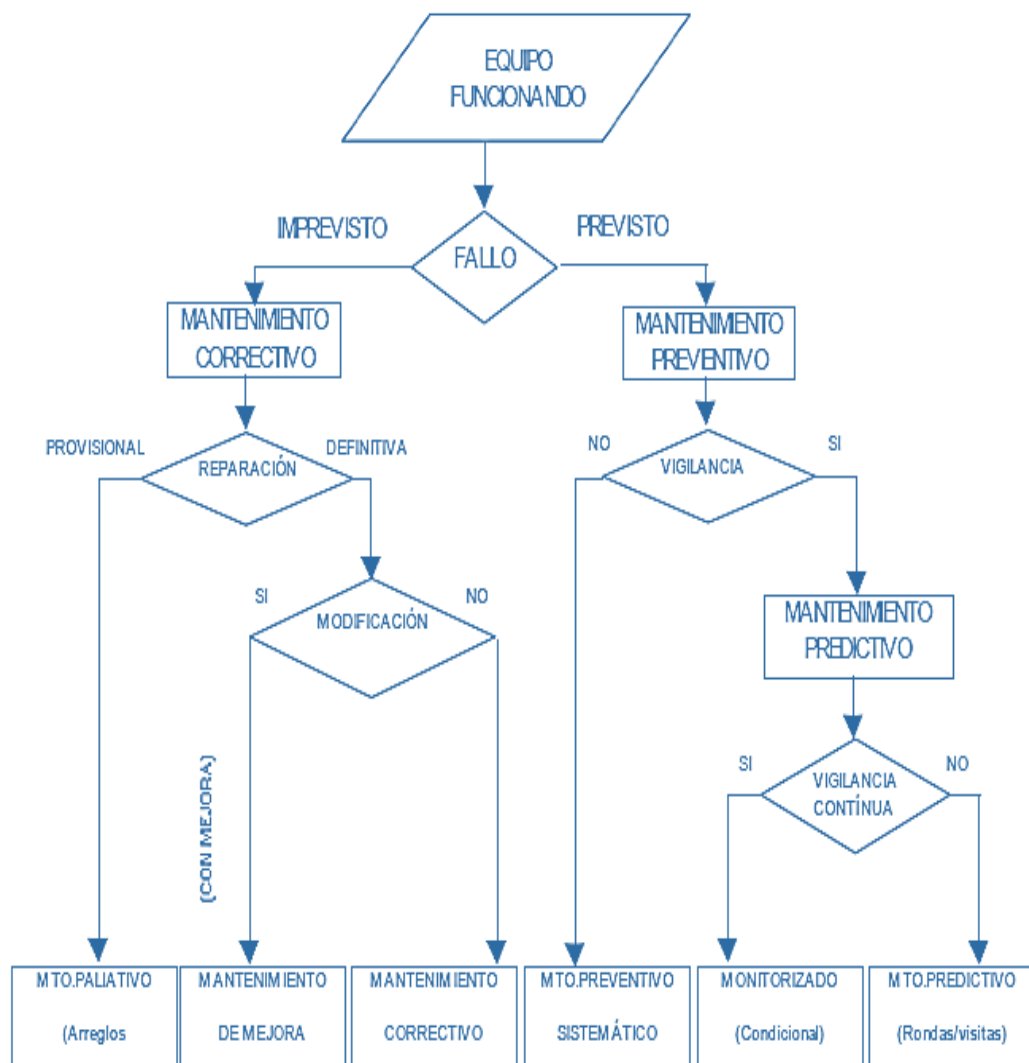


Fig. 1. Decisión sobre el tipo de mantenimiento

2.2.9. Gestión de los equipos

Naturaleza y clasificación de los equipos

El personal o el departamento encargado del mantenimiento deben contar con un inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener, el resultado de esto es un listado que contiene los activos físicos de diversa naturaleza esto dependerá del tipo de industria [26].

En la figura 2. Se observa una posible clasificación de todos estos activos [23].

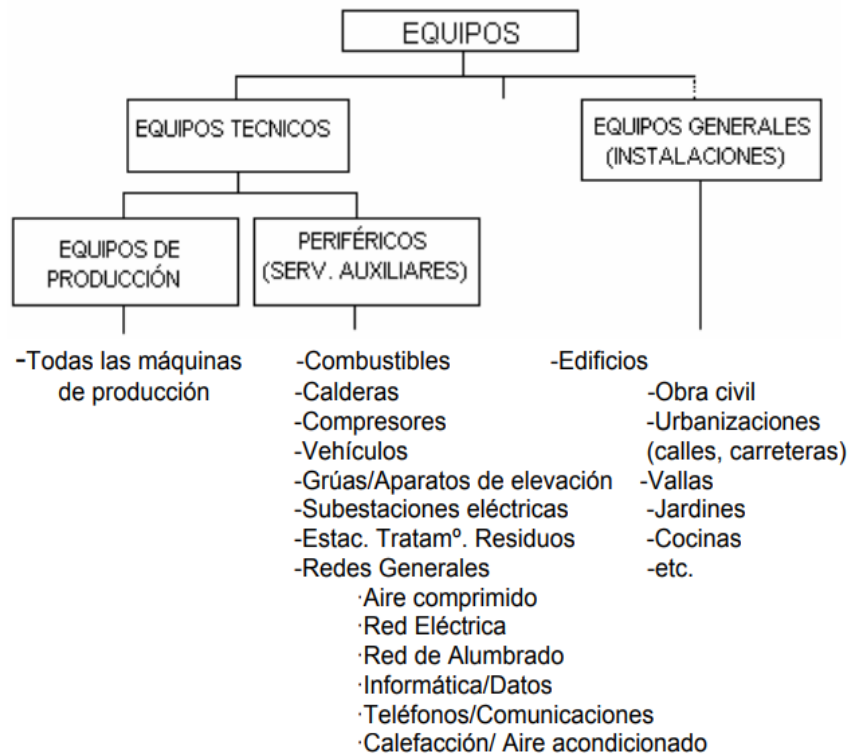


Fig. 2. Clasificación de equipos según su naturaleza

Codificación de equipos

En general la mayoría de empresas disponen de varios equipos e instrumentos y se hace casi imposible el poder identificarlos por su nombre, para ello es importante asignar a cada uno de ellos un código único de identificación ya sea numérico, alfabético o alfa-numérico o de otro tipo; el cual tendrá en cuenta los criterios tales como la zona, clase o familia y la unidad. A la hora de codificar existen básicamente dos posibilidades las cuales son:

- **Sistemas de codificación no significativos:** son sistemas que asignan un número o código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional.

- Sistemas de codificación significativos o inteligentes, en el cual dicho código asignado aporta información [27].

Dossier de máquina

Se lo conoce también como dossier técnico o dossier de mantenimiento, es un formulario estandarizado en el cual se archiva el mayor número de datos posibles del equipo, esta información debe ser lo suficientemente amplia para absolver consultas de especificaciones, fabricación, adquisición, instalación, operación y mantenimiento.

Normalmente un buen dossier de documentación de una máquina puede contener lo siguiente:

- Descripción detallada del equipo
- Instrucciones de funcionamiento
- Procedimientos relativos al funcionamiento del equipo
- Procedimientos relativos a los tipos de sistemas
- Planos de montaje, diagramas eléctricos, electrónicos, hidráulicos.
- Normas de seguridad
- Instrucciones de mantenimiento [28].

2.2.10. Análisis de modos de fallos y efectos (AMFE)

Método riguroso de análisis que utiliza todas las experiencias y competencias disponibles de los estudios, métodos, mantenimiento, fabricación, calidad. Es un método inductivo y cualitativo que permite pasar revista al conjunto de los elementos de un sistema o instalación, definiendo:

- Los tipos de fallos reales o potenciales
- Causas posibles
- Consecuencias
- Medios para evitar sus consecuencias [29].

Formato de la hoja de trabajo AMFE

El AMFE es un instrumento de evaluación de gran utilidad para el correcto desarrollo de los equipos. Analizando todos los posibles fallos en los componentes y su comportamiento en el proceso de producción, como se muestra en la Tabla 2 [23].

Tabla. 2. Formato de la hoja de trabajo AMFE

HOJA DE TRABAJO AMFE									
SECCIÓN:			REALIZADO POR:				HOJA N°:		
EQUIPO/TAG:			FECHA:			NOMBRE FICHA:			
FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAIZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	

La matriz AMFE entonces, nos ayuda a identificar las variables más relevantes de todo el proceso o producto y partir de esta consideración, determinar las acciones a realizar sobre los componentes para prevenir su fallo o su detección precoz, disminuyendo así la posibilidad de paros en el proceso [30].

Objetivos al aplicar AMFE

- Satisfacer al cliente.
- Implementar en una empresa temas relacionados con la prevención.
- Entender los modos de fallos e identificarlos con respecto a criterios de seguridad y disponibilidad.

- Identificar en los modos de fallo un procedimiento de detección y los medios para alcanzarlo.
- Suprimir las causas por las cuales se producen los fallos mediante la aplicación de acciones correctoras o preventivas.

Descripción del Método AMFE

Prerrequisitos

El punto de partida es la recolección de información para comprender y diferenciar los sistemas, subsistemas y componentes. Cada uno de ellos deberá ser analizado para obtener un mejor detalle al aplicar AMFE, aspectos como sus características y la forma en que desempeñan su función dentro del equipo.

Paso 1: Componente y nombre del producto

Aquí se identifica el producto sobre el cual se aplica el método. Se incluyen también todos los componentes que son parte del producto.

Paso 2: Función

Si AMFE va orientado al tema de diseño se incluye cada una de las funciones que se realiza para cada componente y además la correlación existente entre ellos. También si AMFE se orienta hacia la parte de procesos, el método debe incluir la parte de producción, almacenamiento, ensamblaje y transporte.

Paso 3: Modos de Fallo

Nombrar todos los modos de fallo para cada componente del equipo y, si es posible, partir de informes realizados anteriormente. Un modo de fallo aparece, en un componente específico, cuando no se cumplen las especificaciones de funcionamiento o simplemente lo que se espera de dicho componente no es conseguido. Y como un término paralelo a este, un fallo es el daño o desviación de la función del componente analizado.

Paso 4: Efectos del fallo

Tras haber ocurrido el fallo potencial, aquí se describen todos los efectos, esto quiere decir que se detallan todos los síntomas que, habitualmente hacen referencia a un rendimiento general de todo el sistema. Cuando se analiza los componentes y sus fallos, es preciso tener una visión más generalizada de esta tarea. Es posible analizar la repercusión que tiene para todo el sistema; partiendo de esto, y si el modo de fallo abarca más de un efecto, se elige al más grave para su evaluación. Finalmente para plantear de una manera que ayude al correcto análisis y descripción de los efectos en los componentes se crean, en muchos casos, diagramas causa-efecto.

Paso 5: Gravedad o Severidad del fallo (G/S)

Se encuentra directamente relacionado con los efectos contenidos en cada modo de fallo. Es un punto en el cual la intervención e interpretación del cliente es vital, esto porque en este tema se valora la percepción sentida por el cliente. Entonces la gravedad tiende a crecer en base a la insatisfacción que tiene el cliente, la rapidez en la aparición de averías y finalmente un costo de reparación excesivo. El índice de severidad no se encuentra relacionado con los temas de frecuencia y detección. A pesar de la relación que este tiene en base a la percepción del cliente sobre el producto, la mayoría del tiempo es necesaria la implantación de una tabla que describa algunos parámetros y delimite, en un punto el valor del índice de gravedad, debe ser adaptada en función del producto, los procesos el diseño, etc., como se muestra en la Tabla 3 [31].

Tabla 3. Ponderación de la gravedad o severidad del fallo

Criterio	Valor de S
Infima. El defecto sería imperceptible por el usuario	1
Escasa. El cliente puede notar un fallo menor, pero sólo provoca una ligera molestia	2-3
Baja. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo	4-5
Moderada. El fallo produce disgusto e insatisfacción el cliente	6-7
Elevada. El fallo es crítico, originando un alto grado de insatisfacción en el cliente	8-9
Muy elevada. El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor	10

Paso 6: Valores críticos

En el documento AMFE al encontrarse con un NPR excesivo debe especificarse de forma tal que pueda ser entendido para su control. Al presentarse una gravedad de 9 o 10 y frecuencias superiores a 1 el análisis del componente al cual se está aplicando el método de detección de fallos llega a un punto crítico de su funcionamiento.

Paso 7: Causas del fallo

En cada modo de fallo se observa una causa potencial, esta se define como una debilidad en diseño o proceso la cual genera una consecuencia que, en este caso recae sobre el modo de fallo. Las causas deben ser lo más completas posibles para su evaluación y toma de acciones preventivas.

Paso 8: Ocurrencia (O)

La ocurrencia al aplicar AMFE queda definida como la probabilidad en el surgimiento de una causa de fallo y de cabida a la aparición de un modo de fallo. Este índice es un valor intuitivo más que un estadístico, a no ser que exista un histórico de la fiabilidad. Entonces para el cálculo de la ocurrencia en un componente es necesaria la relación directa con la causa de fallo. La escala probable a utilizar es de 1 a 10 y pretende tener un limitante de este valor, como se muestra en la Tabla 4 [31].

Tabla 4. Ponderación de la ocurrencia.

Criterio	Valor de O
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	8-9
Muy elevada probabilidad de fallo. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	10

El índice de ocurrencia puede ser reducida tras emprender dos acciones. Una de ellas es el cambio del diseño para que disminuya la posibilidad de concepción de la causa de fallo y subsecuente a esto mejorar el método de control en el sistema.

Con el objetivo de disminuir este índice se plantea la necesidad de atacar de forma directa y puntual la causa raíz. El control de vigilancia resulta entonces solo una acción transitoria para dar solución a futuro sobre el valor de la ocurrencia en un elemento.

Paso 9: Control actual

Exponer en detalle los controles existentes en la actualidad para poder prevenir las causas y detectar los efectos resultantes.

Paso 10: Detectabilidad (D)

Es un índice que revela qué tan probable es que la causa y modo de fallo llegue al cliente. La detectabilidad entonces crecerá de forma equivalente a los otros índices en función del aumento de riesgo, donde está parametrizado los niveles de detectabilidad en un rango válido para su entendimiento, como se muestra en la Tabla 5 [31].

Tabla 5. Ponderación de la detectabilidad

Criterio	Valor de D
Muy escasa. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Escasa. El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado	2-3
Moderada. El defecto es una característica de bastante fácil detección	4-5
Frecuente. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente	6-7
Elevada. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo	8-9
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil detectable	10

El sistema de control para la detección de fallas necesita obligatoriamente tener una validez ajustada a las condiciones de trabajo de la máquina, lo más probable al recurrir a esta práctica es que asciendan los costos por control, aun así es indispensable su aplicación para mejorar la calidad en todo el proceso de producción. Como una opción paralela a esto se puede recurrir a mejoras en el diseño.

Paso 11: NPR

Conocido como Número de Prioridad de Riesgo es la convergencia de los índices de ocurrencia, gravedad y detectabilidad. Es calculado al multiplicar estos tres valores y debe tener un valor para cada causa de fallo. Su cálculo tiene relación con la prioridad de la posible causa potencia para cada falla y lograr posteriormente aplicar las correcciones necesarias a cada componente, sistema y subsistema analizados. Se aplica la ecuación (2) para su determinación.

$$NPR = G * O * D \quad (2)$$

Paso 12: Acciones Correctivas

Las acciones correctoras abarcan la descripción de las tareas que se implementan en el equipo de análisis. Existe un orden de prioridad donde hay preferencia por ciertas acciones. En primer lugar el cambio en el diseño, como segundo punto un cambio en los procesos de fabricación y para finalizar el aumento en el control. En la práctica resulta más conveniente disminuir la probabilidad de ocurrencia de cada fallo en lugar de dedicar recursos para su detección.

Paso 13: Especificar responsables

Dentro de un Plan de Mantenimiento se indicará siempre a una persona responsable, y para este caso más específico dentro del plan de igual manera. La persona encargada deberá especificar las acciones que propone y las fechas en las que prevé terminar el análisis.

Paso 14: Implementar acciones

Esta columna del documento refleja las acciones implantadas de manera consistente y real a lo que se practicó en el equipo.

Paso 15: Nuevo NPR

Las acciones correctivas necesariamente deben reflejar una disminución en los índices que abarca el Número de Prioridad de Riesgo, esto indicará que las acciones que se tomaron fueron correctas y las adecuadas para que estos valores se vean reducidos. Por el contrario si el NPR se mantiene igual, es preciso analizar a fondo y proponer acciones que generen la disminución de estos valores. Una vez se visualice la disminución del NPR se puede concluir que el método AMFE ha cumplido satisfactoriamente su propósito.

2.2.11. Análisis de Criticidad

Los Modelos de Gestión de Mantenimiento se manejan en base a criterios de criticidad que es una herramienta de identificación y jerarquización sobre los posibles fallos que pueden ocurrir en los componentes. Su contexto abarca, en los sistemas de producción, la división y diferenciación para cada elemento sobre el nivel de criticidad que posee.

El término conocido como “criticidad” depende de lo que se pretende jerarquizar, lo que atrae una percepción e interpretaciones distintas. Su objetivo es establecer métodos que sean de ayuda en la determinación de la categoría de procesos y equipos de un proceso más complejo que abarca estas categorías, permitiendo tener una segmentación de manera controlada.

2.2.12. Curva de la bañera o de Davies

Las actividades de mantenimiento que se lleva a cabo en algunos componentes dependen de forma directa de la curva de la bañera, donde se observa el avance en tiempo en función de la tasa de fallos calculada.

Después de haber calculado el valor de la tasa de fallos, se procede a analizar el comportamiento de la curva de la bañera en base a las actividades de mantenimiento previamente especificadas y, partiendo de ese juicio se podrá especificar si las tareas o actividades son correctivas, preventivas o predictivas al tener presente la fase en que se localiza el componente.

Dependiendo de la fase en que se encuentre el componente su comportamiento tiende a ser creciente o decreciente. En la Fase I, la curva de Davies, se comporta o tiende a ser decreciente, pues a medida que el tiempo transcurre la probabilidad de falla disminuye y es conveniente en estos casos tomar acciones correctivas o de tipo modificativo. La supresión de fallas subsecuentes se consigue al aplicar el método AMFE que analiza en concreto las fallas, modos, causas y efectos en los componentes, ya sea por las operaciones correctivas o modificativas.

En la primera fase son necesarias acciones correctivas y modificativas donde es posible corregir defectos de montaje o diseño, materiales, malas prácticas de mantenimiento o cualquier otro tipo de falla relacionada a estos temas. La eliminación de las causas de fallo es denominada debugging.

La Fase II representa el conjunto de fallas de origen técnico, ya sea procedente de los equipos o del operario encargado. Las acciones más adaptables a esta realidad son las de tipo modificativo, ya que se generan fuera de normas y estándares adecuados realización lo que requiere modificar los equipos o procesos dentro de nuevos esquemas mediante técnicas de modificación.

En esta fase la probabilidad de fallo es constante, así que es indiferente al tiempo que transcurre. Como un claro ejemplo podemos apreciar cuando dos elementos similares están en funcionamiento, a uno de ellos se le dio mantenimiento, mientras en el otro se obvió está actividad desde un tiempo atrás. En el instante vigente los dos componentes tienen la misma tendencia de sufrir un fallo.

En la Fase III hay un incremento de la tasa de fallos, es to indica un incremento de la tasa de fallos en función del tiempo. En la fase tres de la curva de Davies hay varios enfoques. Uno de ellos es el incremento de hacia la derecha de forma leve, las fallas

son conocidas y comienza una fase de acoplamiento y conocimiento sobre ellas, las cuales son correspondidas por uso, desuso o abuso.

En segundo enfoque en esta etapa es el aumento de la tasa de fallos de manera constante. Es un período de transición de haber ocupado medidas preventivas a utilizar acciones predictivas; esto logra predecir el comportamiento de fallas en los componentes.

Finalmente, aparece en la gráfica de Davies la zona III de la tercera fase, aquí es donde aparece un crecimiento acelerado de las tasa de fallos en función del tiempo. Normalmente esta etapa puede estabilizarse por acciones predictivas, de no ser así se incorpora al sistema una serie de acciones correctivas o modificativas pues en el comportamiento de los componente una tónica es su desgaste o falla en función del tiempo. A pesar de utilizar acciones correctivas en este punto es necesario el uso de toma de decisiones en base a las acciones predictivas para entender el comportamiento futuro de los elementos con la finalidad de conocer su vida útil en un tiempo posterior, como se muestra en la Figura 3 [32].

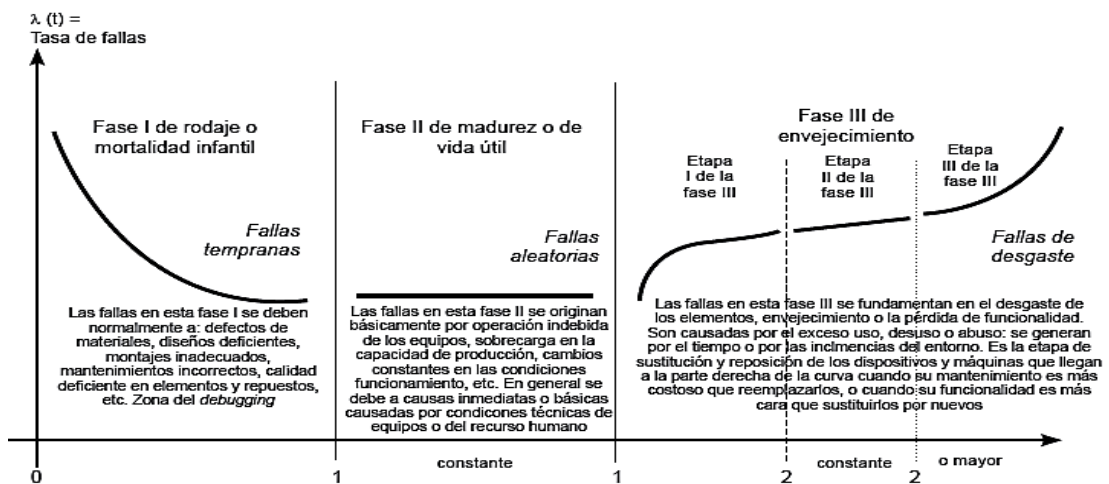


Fig. 3. Curva de la bañera o de Davies

2.2.13. Indicadores técnicos de mantenimiento

Los indicadores técnicos de mantenimiento están relacionados con la calidad de gestión y la productividad de la empresa, permiten conocer el comportamiento y el rendimiento operacional de los equipos, sistemas e instalaciones; además miden el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento [31].

Fiabilidad

Es la probabilidad de que un elemento, máquina, equipo o sistema pueda funcionar sin fallos durante un tiempo determinado, en condiciones ambientales dadas.

Mantenibilidad

Es la probabilidad de que después de haber ocurrido algún tipo de fallo, el elemento, máquina, equipo o sistema sea reparado en un tiempo dado.

Confiabilidad

Puede ser considerado como la probabilidad de que un elemento, máquina, equipo o sistema pueda desempeñar su función en un tiempo establecido bajo condiciones de uso definidas.

2.2.14. Fórmulas para el cálculo de los indicadores de mantenimiento

Los ratios de control más usados en la gestión de equipos se definen a continuación:

- **TO:** Tiempo de operación

Cálculo del tiempo de operación mediante la siguiente ecuación (3):

$$TO = (TF - TP) \text{ horas} \quad (3)$$

Dónde:

TF: Tiempo de funcionamiento

TP: Tiempo de parada

- **MTBF:** Está ligado a la fiabilidad o probabilidad de buen funcionamiento.

Cálculo del tiempo medio entre fallos mediante la siguiente ecuación (4):

$$MTBF = \left(\frac{TO}{N} \right) \text{ horas} \quad (4)$$

Siendo **N**: Número de fallos

- **Tasa de fallos**

Cálculo de la tasa de fallos mediante la siguiente ecuación (5):

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ (Nº de averías por unidad de tiempo)} \quad (5)$$

- **MTTR**: Está ligado a la mantenibilidad o facilidad con que puede hacerse una intervención de mantenimiento

Cálculo del tiempo medio de reparación mediante la siguiente ecuación (6):

$$MTTR = \left(\frac{TP}{N} \right) \text{ horas} \quad (6)$$

- **Tasa de reparación**

Cálculo de la tasa de reparación mediante la siguiente ecuación (7):

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \text{ (Nº de reparaciones por unidad de tiempo)} \quad (7)$$

2.2.15. Frecuencia en las tareas de mantenimiento

Existen dos formas para determinar las tareas de mantenimiento:

- Fijar una periodicidad diaria, semanal, mensual, trimestral, anual, etc.
- Partir de la correcta determinación de las horas de funcionamiento de los equipos y componentes.

Aplicar cualquiera de estos puntos es válido en toda su extensión, hay máquinas que requieren aplicar los dos puntos de vista. Entonces se puede decir que para un equipo puede requerirse un análisis de periodicidad por los dos métodos.

Ambas formas válidas para determinar la periodicidad presentan sus ventajas y desventajas. Involucrar periodicidades fijas, por ejemplo, supone hacer

mantenimiento a máquinas o equipos que no han funcionado regularmente, por lo tanto no se han desgastado. Por el contrario, las actividades de mantenimiento basadas en horas presentan un problema de complejidad en su determinación al no poder tener fijas las actividades que se pretende realizar.

2.3. Propuesta de solución

Este proyecto de investigación pretende conocer la disponibilidad de equipos productivos y periféricos existentes en el área de producción de la empresa Galcondor Cía. Ltda., con la finalidad de proponer actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, de esta manera se podrá evidenciar el aumento de disponibilidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Modalidad de investigación

3.1.1. Investigación aplicada

Es una investigación aplicada debido a que se desarrollara en base a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera estudiantil, para conocer la disponibilidad de los equipos productivos y periféricos en la empresa Galcondor Cía. Ltda.

3.1.2. Investigación de Campo

La presente investigación será también de campo ya que se realiza en el área de producción de galletas y confites, con el fin de obtener información fiable para poder registrar de una manera correcta los datos que faciliten el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de los objetivos planteados.

3.1.3. Investigación bibliográfica - documental

El proyecto de investigación será bibliográfica – documental, debido a que se realizará de acuerdo a los conceptos de la fundamentación teórica, la cual proporcionará una visión de los requerimientos necesarios de fuentes primarias y secundarias, tales como páginas web, libros que aborden la temática tratada, artículos técnicos, documentación de la empresa entre otros con el objetivo de contar con varios puntos de vista de diferentes autores, que permitan profundizar y sustentar científicamente el desarrollo del proyecto.

3.2. Población y Muestra

Para el presente estudio de la población para el desarrollo de esta investigación está definida hacia los equipos que se encuentran en el área de producción de la empresa Galcondor Cía. Ltda.

Población = Equipos del área de Producción

La población en esta investigación es pequeña y no es mayor a 100 no se realizará ningún cálculo y la muestra será igual a la población.

Si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia, se podrá investigar u obtener datos de toda la población objetivo, sin que se trate estrictamente de un censo

Población = Equipos del área de Producción = Muestra

3.3. Recolección de la información

Para la recolección de la información que se utilizará en la presente investigación se procederá a emplear las siguientes técnicas:

Revisión documental

Por medio de la revisión documental se podrá recolectar información necesaria descrita y detallada en informes, manuales, instructivos, para la realización de la investigación.

Observación directa

La observación directa se realizará para identificar cuáles son los equipos según su naturaleza en el área de producción de galletas y confites, con la finalidad de identificar las funciones que desempeña cada máquina.

Entrevistas no estructuradas

Las entrevistas no estructuradas se llevarán a cabo a las personas que realizan las diferentes actividades en el área de producción. De esta forma se podrá recolectar la mayor información acerca del funcionamiento de cada una de las máquinas que conforman el área de producción.

3.4. Procesamiento y análisis de datos.

Para la generación de un procesamiento y análisis de datos de una manera correcta y sistemática se seguirá cuatro pasos:

3.4.1. Validación y edición

Este paso se utiliza para verificar que las entrevistas, observaciones se realicen de acuerdo a lo establecido, pudiendo así detectar algún fraude, omisión o cualquier falla en la recolección de información.

3.4.2. Codificación

En este paso se procede a la agrupación y clasificación de la información, para consolidar las respuestas, para ello se asignarán códigos que faciliten el manejo de respuestas y datos.

3.4.3. Introducción de datos

La información deberá ser convertida a un formato digital.

3.4.4. Tabulación y análisis estadísticos

Los resultados serán tabulados y procesados con herramientas estadísticas para posteriormente ser analizados.

3.5. Desarrollo del Proyecto.

- Realizar un inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener.
- Clasificar los equipos según su naturaleza.
- Asignar un código a los equipos de producción y equipos periféricos.
- Realizar un dossier de equipos en el área de producción.
- Analizar la criticidad para los equipos mediante el método AMFE.
- Planificar planes de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

- Crear hojas de vida, ordenes de trabajo e informes de mantenimiento para los equipos.
- Evaluación del informe técnico final.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Tema

“DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PRODUCTIVOS Y PERIFÉRICOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS Y CONFITES EN LA EMPRESA GALCONDOR CÍA. LTDA.”

4.2 Datos Informativos

Institución ejecutora: Universidad Técnica de Ambato

Beneficiarios: Propietarios y trabajadores de la empresa Galcondor Cía. Ltda.

Ubicación: Ambato – Tungurahua

Responsable: FISEI, UTA

Equipo técnico responsable: Sr Edison López, Ing. Andrés Cabrera

Financiamiento: Recursos propios del equipo técnico de investigación

4.3 Información general de la empresa Galcondor Cía. Ltda.

Galcondor Cía. Ltda., es una empresa que se dedica a la fabricación y distribución de productos tales como galletas, chocolatines, grageas y confites, sus productos principalmente se los distribuye en Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Azuay y Guayaquil. Está ubicada en la ciudad de Ambato e inicio sus actividades como empresa en el año 1915 dirigida por los hermanos Vaca Garzón, en la actualidad la empresa está dirigida por el presidente ejecutivo Fabricio Vaca. La empresa Galcondor Cía. Ltda.

Actualmente cuenta con el siguiente logotipo empresarial, como se muestra en la figura 4 [33].



Fig. 4. Logotipo de la empresa Galcondor Cía. Ltda.

Las instalaciones de la empresa están ubicadas en el Parque Industrial I etapa, calle 5, lote 73 y calle F, como consta en la figura 5 [33].



Fig. 5. Ubicación de la empresa Galcondor Cía. Ltda.

4.4 Layout del área de producción

Los equipos productivos y periféricos existentes en el área de producción se encuentran distribuidos en cuatro zonas establecidas y se puede observar con detalle en la figura 6.

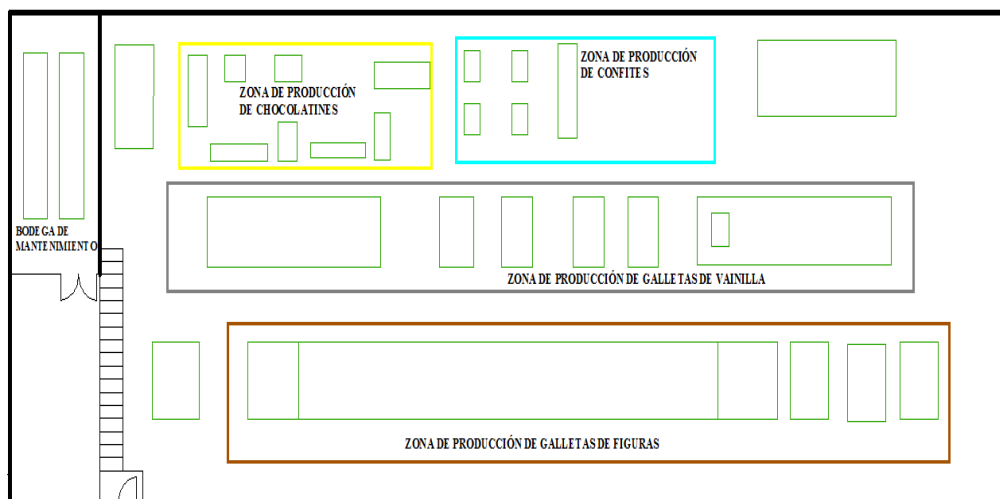


Fig. 6. Layout del área de producción

4.5 Mapa de proceso de producción de galletas y confites

En esta sección se visualiza el proceso de fabricación de galletas y confites en la empresa Galcondor Cía. Ltda., para la producción de los mismos se cuenta con los procesos estratégicos, operativos y de apoyo, como se muestra en la figura 7 y figura 8.

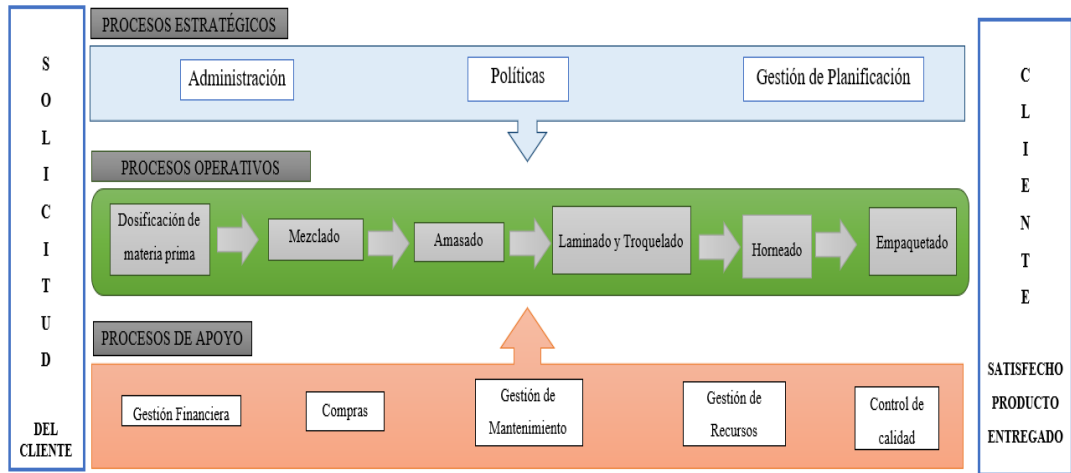


Fig. 7. Mapa de procesos para la fabricación de galletas

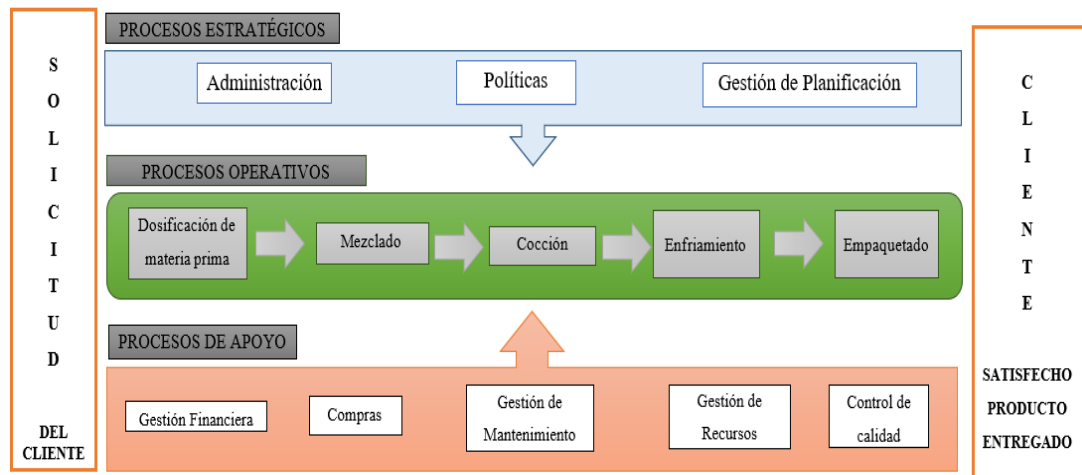


Fig. 8. Mapa de procesos para la fabricación de confites

4.6 Productos de la empresa Galcondor Cía. Ltda.

La empresa Galcondor Cía. Ltda. fabrica los productos que se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6. Productos que fabrica la empresa Galcondor

<p>Galleta de vainilla cuadrada 300g.</p>	<p>Galleta fénix vainilla 400 g.</p>
	
<p>Chocolatines de coco</p>	<p>Caramelo de fresa</p>
	
<p>Gragea 450 g.</p>	<p>Crespitos 450 g.</p>
	
<p>Confite de frutilla 450 g.</p>	<p>Mani cresco 450 g.</p>
	

4.7 Inventario de equipos existentes en el área de producción.

Como primer paso para el desarrollo de la propuesta se procede a realizar un registro de las máquinas que operan en el área de producción de galletas y confites de la empresa Galcondor Cía. Ltda., como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Inventario de equipos de producción.

 INVENTARIO DE EQUIPOS EXISTENTES EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS Y CONFITES				
Nº-	EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	CÓDIGO CONTROL DE BIENES
1	Moldeadora Rotativa	1	Fornisud	MQPR01
2	Amasadora	2	Fornisud	MQPR02
			Joseph Baker	MQPR03
3	Mezcladora	1	Borghetti-Rosario	MQPR04
4	Empastadora	1	Fornisud	MQPR05
5	Laminadora	1	Fornisud	MQPR06
6	Horno	2	Vaschetto	MQPR07
7	Formadora de chocolatín	1	Fornisud	MQPR08
8	Mezcladora para confites	1	S/N	MQPR09
9	Compresor	1	Powermate	MQPR010

4.8 Clasificación de equipos según su naturaleza

Una vez que se realizó el inventario de equipos en el área de producción, se procede a clasificarlos según su naturaleza, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de equipos según su naturaleza

	CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN SU NATURALEZA
EQUIPOS TÉCNICOS	
EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	
Moldeadora Rotativa	
Amasadora	
Mezcladora	
Empastadora	
Laminadora	
Horno	
Formadora de chocolatín	
Mezcladora para confites	
EQUIPO PERIFÉRICO	
Compresor	

4.9 Asignación de códigos a cada equipo productivo y periférico

Los códigos de las máquinas y equipos se generaron en base al nombre de la Empresa, Área de Trabajo y el número de máquinas que se encuentran en la misma.

C: CÓNDROR

AGF: ÁREA DE GALLETAS DE FIGURAS

AGV: ÁREA DE GALLETAS DE VAINILLA

ACH: ÁREA PRODUCCIÓN DE CHOCOLATINES

APC: ÁREA PRODUCCIÓN DE CONFITES

ABM: ÁREA DE BODEGA DE MANTENIMIENTO

Ejemplo:

CAPC – 01

Las siglas definen los siguientes parámetros:


C: NOMBRE DE LA EMPRESA, "CÓNDOR"

APC: ÁREA PRODUCCIÓN DE CONFITES

01: NÚMERO QUE SE LE ASIGNA EN EL ÁREA DE TRABAJO

A continuación se detalla la asignación de códigos, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Asignación de códigos para los equipos productivos y periféricos

 CODIFICACIÓN TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	
EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	
Nombre	Código
Moldeadora Rotativa	CAGF – 01
Amasadora 1	CAGF – 02
Amasadora 2	CAGV – 03
Mezcladora	CAGV – 04
Empastadora	CAGV – 05
Laminadora	CAGV – 06
Horno 1	CAGF – 07
Horno 2	CAGV – 08
Formadora de chocolatín	CACH – 01
Mezcladora para confites	CAPC – 01
EQUIPO PERIFÉRICO	
Nombre	Código
Compresor	CABM – 01

4.10 Dossier de equipos productivos

Para la presente investigación se elaboró un dossier de equipos, este documento contiene información detallada de las características y componentes de cada

máquina, como resultado de la observación y de las entrevistas no estructuradas al personal de la planta de producción, como se muestra en las Tablas 10 - 42.

Tabla 10. Dossier moldeadora rotativa


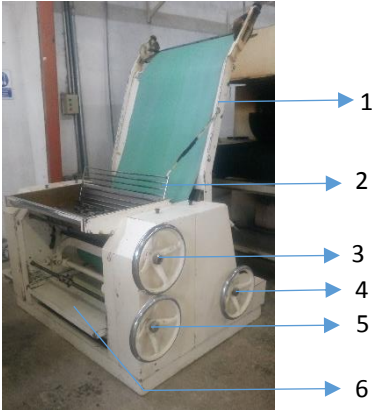

MOLDEADORA ROTATIVA		
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS	
	Marca	Código
	Fornisud	CAGF – 01
	Color	Año de Fabricación
	Crema	Aprox. (20 años)
	FUNCIÓN	
Corte a presión mediante rodillos en los cuales se monta los moldes con figuras y posteriormente ser trasladadas mediante bandas al horno.		
DATOS TÉCNICOS DEL MOTORREDUCTOR		
Marca: Motovario	Año de Fabricación: 1999	Frecuencia: 50 Hz
Modelo: SPF/020	Fabricante: Teco Group	RPM: 1380
Serie: T90LL4	Potencia: 1.5 HP	Voltaje: 230/460
PARTES PRINCIPALES		
		

Tabla 11. Dossier moldeadora rotativa (Continuación 1)

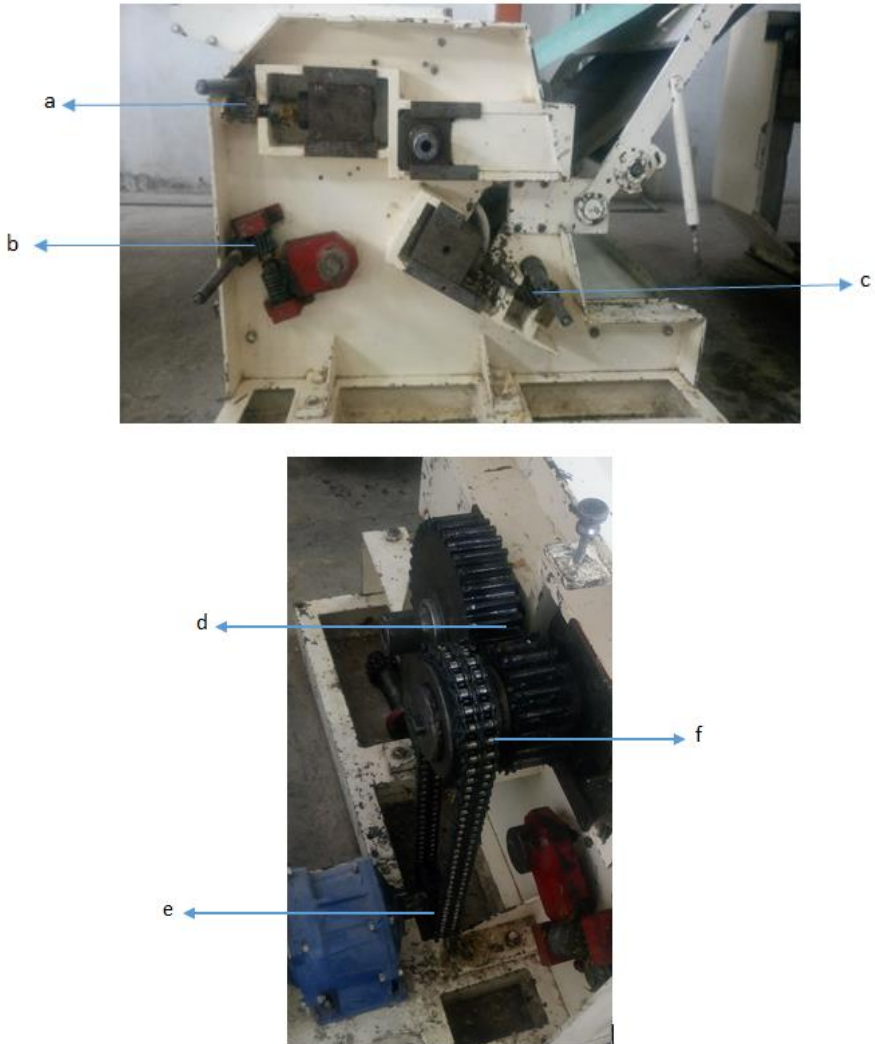
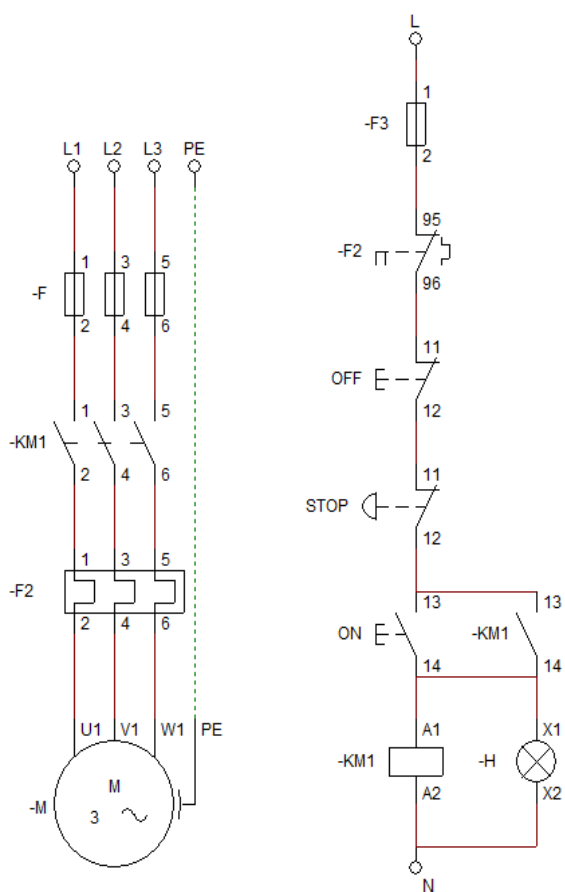
DENOMINACIÓN	
1	Soporte principal de la banda transportadora.
2	Resguardo de seguridad.
3	Volante de regulación de los rodillos formadores de galletas.
4	Volante de regulación de la banda transportadora.
5	Volante de regulación de la cuchilla.
6	Bandeja de acumulación de desperdicios.
7	Rodillos formadores de galletas.
8	Paro de emergencia.
9	Botonera de encendido.
10	Botonera de apagado.
11	Motorreductor trifásico.
PUNTOS DE LUBRICACIÓN	
 <p>The image contains two photographs of a rotary cookie mold machine. The top photograph shows the upper part of the machine with three blue arrows pointing to lubrication points labeled 'a', 'b', and 'c'. Point 'a' is at a roller assembly, 'b' is at a red emergency stop button, and 'c' is at a roller assembly. The bottom photograph shows the lower part of the machine with three blue arrows pointing to lubrication points labeled 'd', 'e', and 'f'. Point 'd' is at a large gear, 'e' is at a blue component, and 'f' is at a roller assembly.</p>	

Tabla 12. Dossier moldeadora rotativa (Continuación 2)

DENOMINACIÓN	
a	Engranaje cilíndrico recto del volante de regulación de los rodillos formadores de galletas
b	Engranaje de rueda y tornillo sin fin del volante de regulación de la cuchilla
c	Engranaje cilíndrico helicoidal del volante de regulación de la banda transportadora
d	Engranajes cilíndricos de dientes rectos de los rodillos formadores de figuras
e - f	Sistema piñón - cadena de transmisión del motor al eje principal

ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR



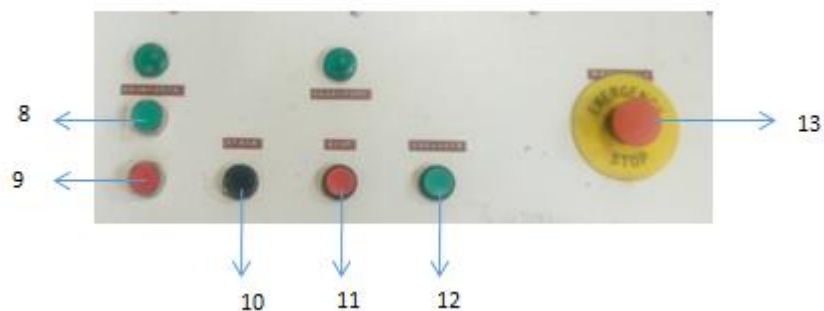
Esquema de fuerza

Esquema de mando

Tabla 13. Dossier amasadora 1

AMASADORA 1			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	Argental	MQPR011	CAGF – 02
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
	FUNCIÓN		
<p>Combinar los ingredientes de los que están compuestas las galletas de vainilla con una cantidad específica para cada componente que ingresa a la máquina.</p>			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR PRINCIPAL			
Marca: Gould	Año de Fabricación: 1998		Frecuencia: 60 Hz
Modelo: S213T	Fabricante: Century Motor		RPM: 1150
Serie: Z11	Potencia: 7.5 Hp		Voltaje: 230/460
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR SECUNDARIO			
Marca: Reliance	Año de Fabricación: 2000		Frecuencia: 60 Hz
Modelo: FB56C	Fabricante: Reliance Electrical		RPM: 1725
Serie: P56H1337N	Potencia: ¾ Hp		Voltaje: 230/460
PARTES PRINCIPALES			
			

Tabla 14. Dossier amasadora 1 (Continuación 1)



DENOMINACIÓN

1	Tolva
2	Caja de mando
3,4	Guardas de protección
5	Motor trifásico secundario
6	Sistema de transmisión de movimiento mediante bandas
7	Motor trifásico principal
8	Botonera de encendido de la amasadora
9	Botonera de apagado de la amasadora
10	Botonera para subir la tolva
11	Botonera para detener el sistema de elevación de la tolva
12	Botonera para bajar la tolva
13	Paro de emergencia general

PUNTOS DE LUBRICACIÓN

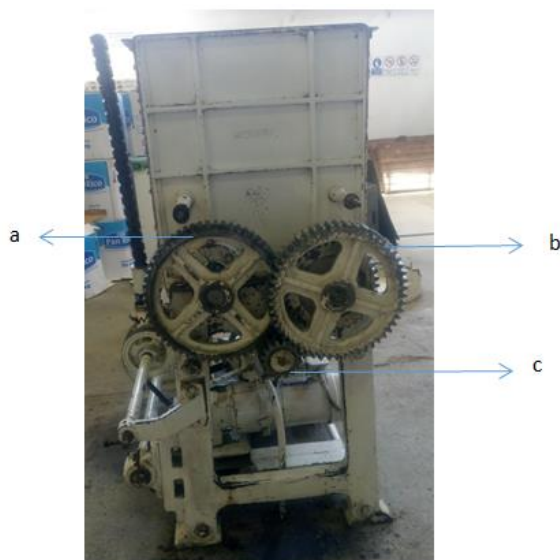


Tabla 15. Dossier amasadora 1 (Continuación 2)


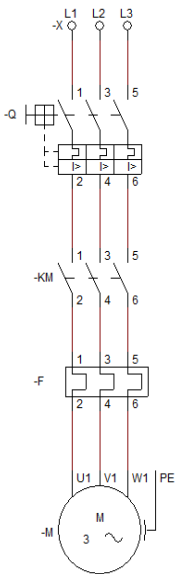
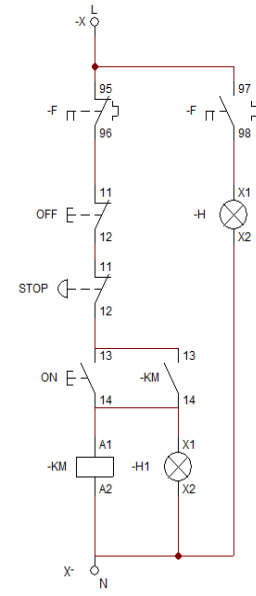
	
DENOMINACIÓN	
a,b,c	Sistema de transmisión Engranajes rectos
d - e	Graseros tipo tapón
f	Tornillo sin fin helicoidal
g	Engranajes cónicos rectos
ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR	
ESQUEMA DEL ACCIONAMIENTO DEL MOTOR PRINCIPAL	
	
Esquema de fuerza	Esquema de mando

Tabla 16. Dossier amasadora 1 (Continuación 3)

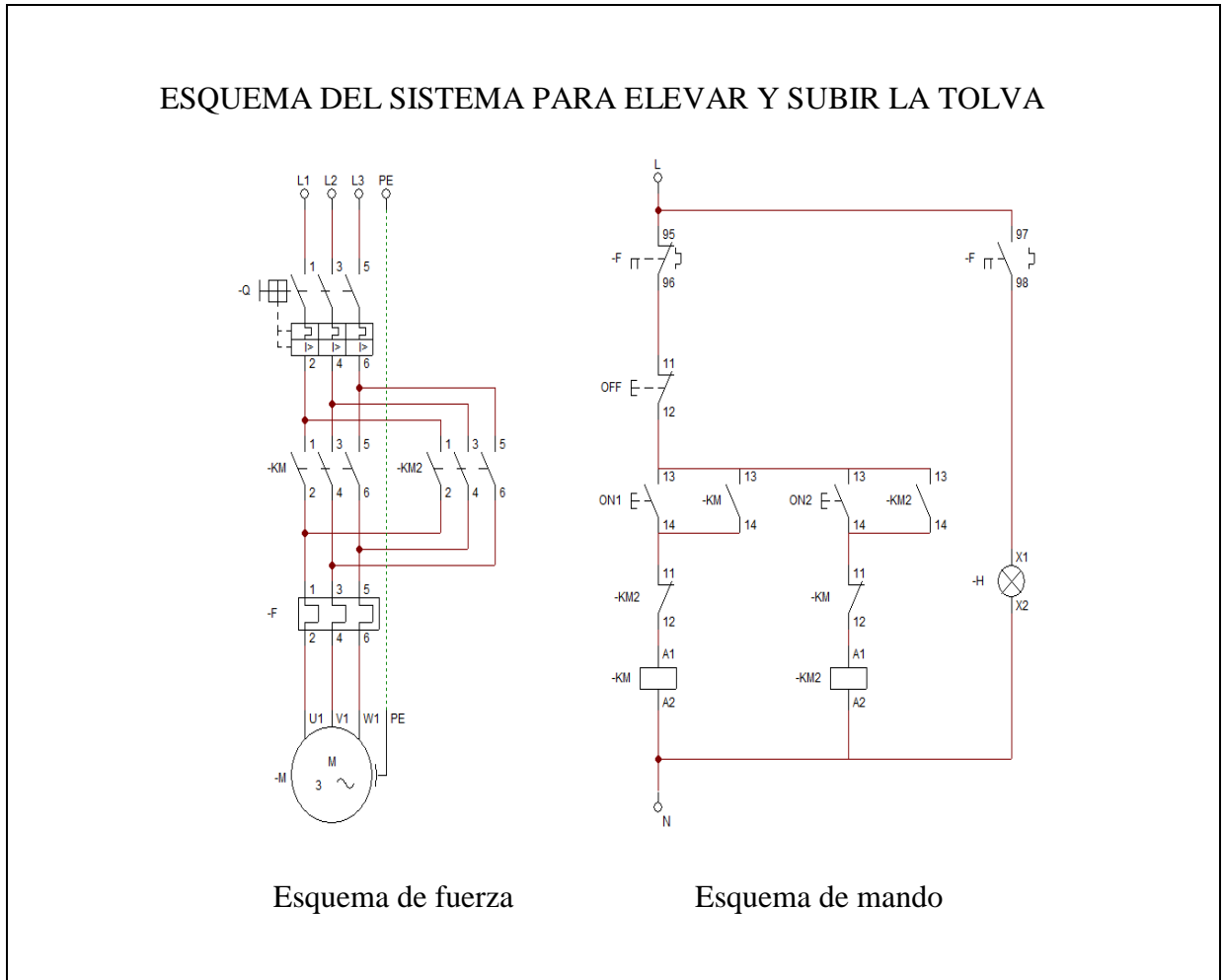


Tabla 17. Dossier Amasadora 2

AMASADORA 2			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	Joseph Baker	MQPR010	CAGV – 03
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Inglaterra	Aprox. (30 años)
	FUNCIÓN		
Combinar los ingredientes de los que están compuestas las galletas de vainilla con una cantidad específica para cada componente que ingresa a la máquina.			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR			
Marca: Corradi	Año de Fabricación: 2003		Frecuencia: 50 Hz
Modelo: MTA	Fabricante: Corradi Catamarca S.A.		RPM: 1430

Tabla 18. Dossier Amasadora 2 (Continuación 1)

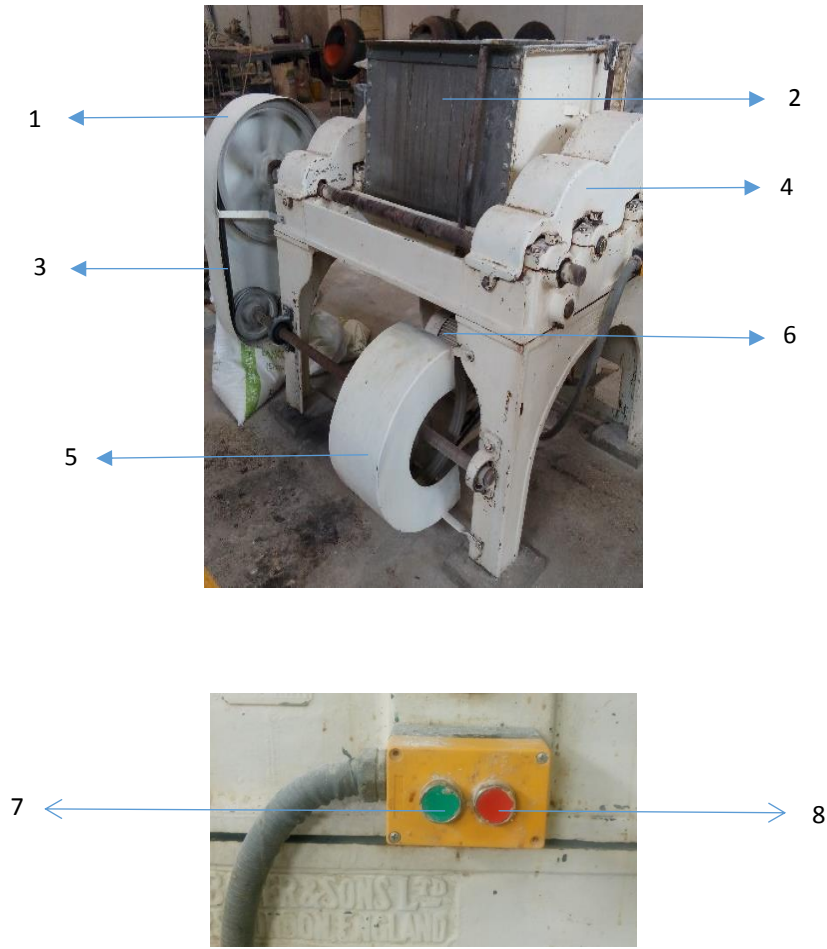
Serie: 112M/4		Potencia: 5 Hp		Voltaje: 220/380	
PARTES PRINCIPALES					
					
DENOMINACIÓN					
1,5	Guardas de protección (Sistema banda y polea)				
2	Tolva				
3	Banda de transmisión				
4	Guardas de protección (Sistema de engranajes rectos)				
6	Motor trifásico				
7	Botonera de encendido				
8	Botonera de apagado				
PUNTOS DE LUBRICACIÓN					

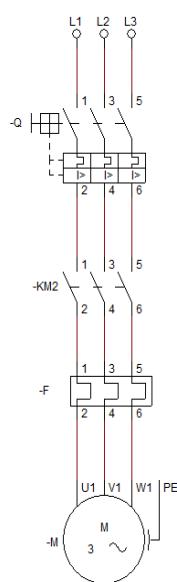
Tabla 19. Dossier Amasadora 2 (Continuación 2)



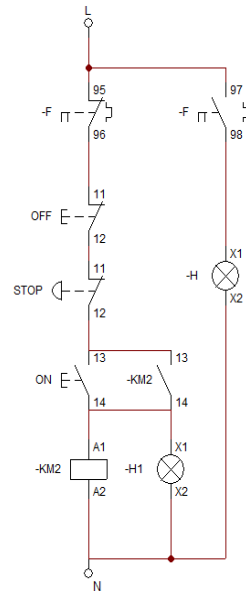
DENOMINACIÓN

a	Engranaje recto conducido
b	Engranaje recto conductor
c	Eje conducido
d	Eje conductor

ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR



Esquema de fuerza



Esquema de mando

Tabla 20. Dossier Mezcladora


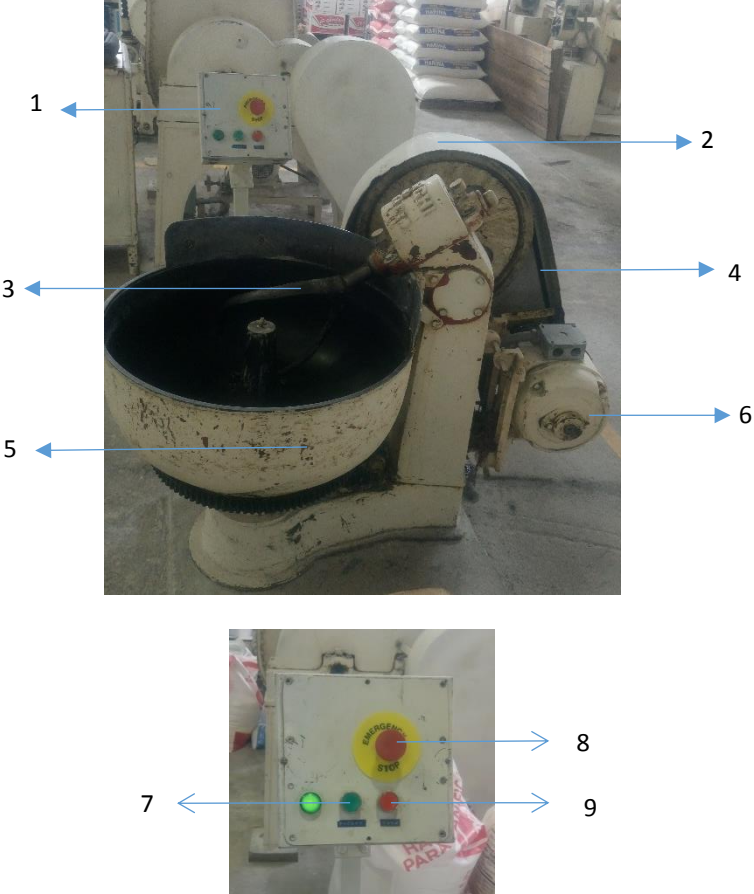
MEZCLADORA			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	Borghi-Rosario	MQPR008	CAGV – 04
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
	FUNCIÓN		
Mezclar los ingredientes provenientes de las amasadoras hasta que se genere una masa de consistencia viscosa.			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR			
Marca: Gould	Año de Fabricación: Desconocido	Frecuencia: 50 Hz	
Modelo: S/N	Fabricante: Century Motor	RPM: 1430	
Serie: 112M/4	Potencia: 5 Hp	Voltaje: 220/380	
PARTES PRINCIPALES			
			

Tabla 21. Dossier Mezcladora (Continuación 1)

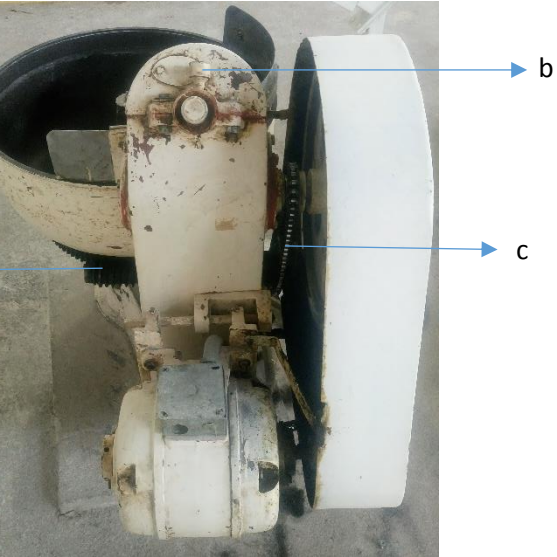
DENOMINACIÓN	
1	Caja de mando
2	Guardas de protección (Sistema banda y polea)
3	Hélice rotativa
4	Banda de transmisión
5	Depósito de mezcla
6	Motor trifásico
7	Botonera de encendido
8	Paro de Emergencia
9	Botonera de apagado
PUNTOS DE LUBRICACIÓN	
	
DENOMINACIÓN	
a	Tornillo sin fin y rueda dentada
b	Grasero tipo tapón
c	Sistema piñón - cadena de transmisión
ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR	

Tabla 22. Dossier Mezcladora (Continuación 2)

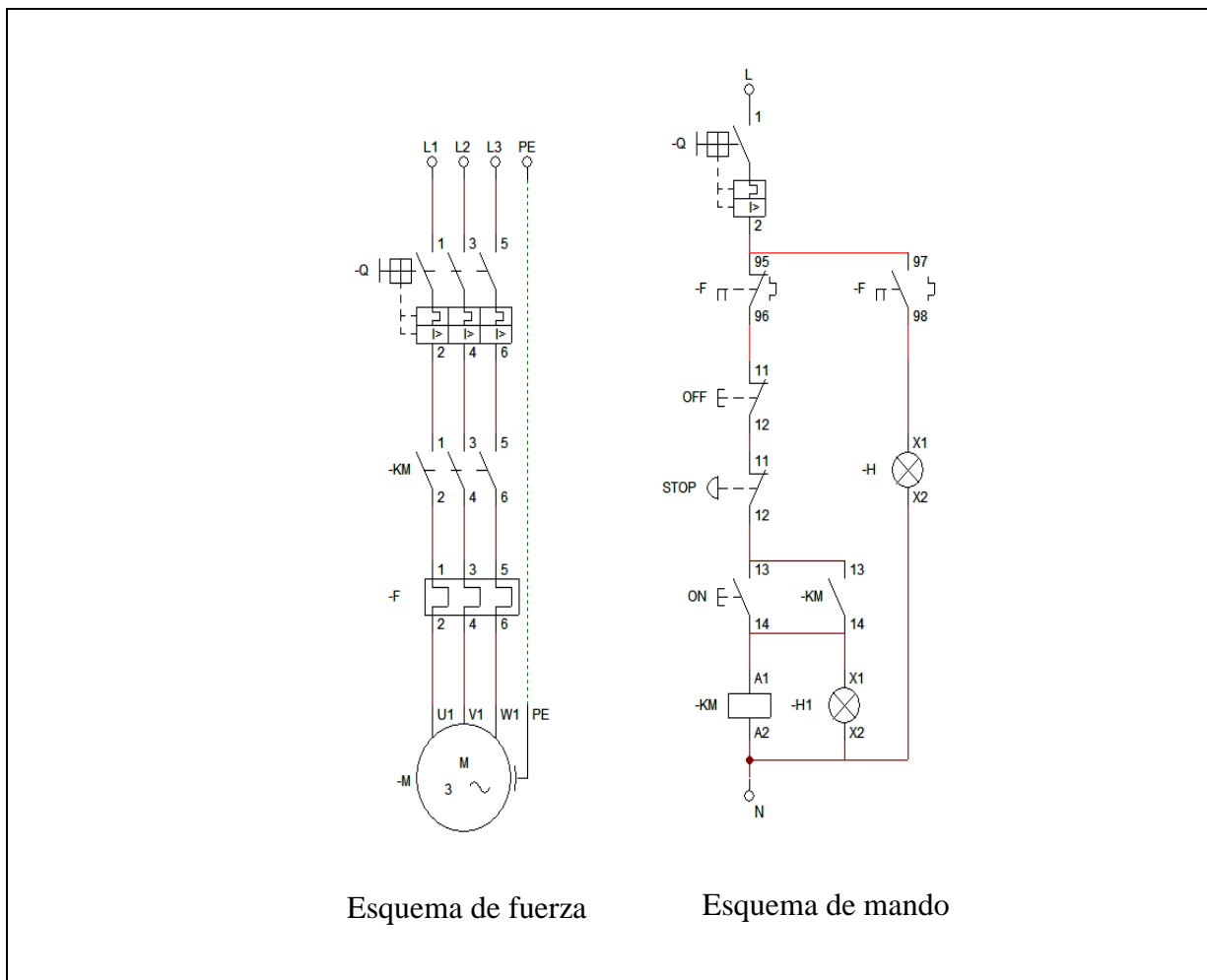


Tabla 23. Dossier Empastadora


EMPASTADORA			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	Fornisud	MQPR003	CAGV – 05
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
FUNCIÓN			
<p>La masa recorre los rodillos laminadores para darle un aspecto uniforme; un operario añade harina a la masa como parte del proceso final de mezcla de ingredientes.</p>			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR			

Tabla 24. Dossier Empastadora (Continuación 1)

Marca: S/N	Año de Fabricación: Desconocido	Frecuencia: 50 Hz
Modelo: S/N	Fabricante: S/N	RPM: 1430
Serie: S/N	Potencia: 5 Hp	Voltaje: 220/380

PARTES PRINCIPALES



DENOMINACIÓN

1	Bandeja de ingreso de masa
2	Rodillos laminadores
3	Paro de emergencia
4	Botonera de encendido
5	Botonera de apagado
6	Bandeja de salida para la masa

PUNTOS DE LUBRICACIÓN



Tabla 25. Dossier Empastadora (Continuación 2)

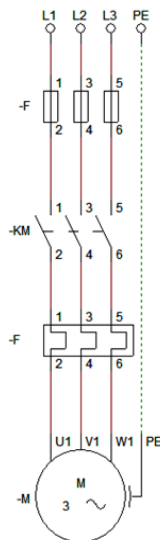
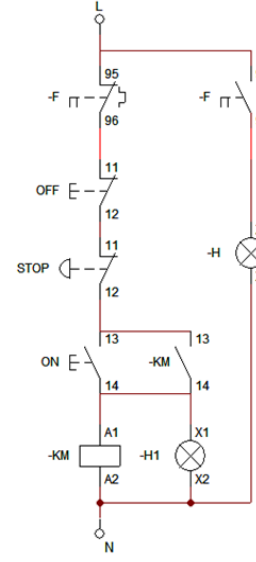
DENOMINACIÓN	
a,b	Graseros tipo tapón del eje principal
c,d	Graseros tipo tapón del eje secundario
ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR	
 <p>Esquema de fuerza</p>	 <p>Esquema de mando</p>

Tabla 26. Dossier Laminadora

LAMINADORA			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	Fornisud	MQPR014	CAGV – 06
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
FUNCIÓN			
<p>Generar, mediante corte y paso por los rodillos, una lámina de masa específica que será de un tamaño y grosor determinados, relativos al producto final.</p>			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR			
Marca: Siemens	Año de Fabricación: 2012		Frecuencia: 60 Hz
Modelo: BG 090L	Fabricante: Siemens S.A.		RPM: 1675
Serie: LA7 096-4YA60	Potencia: 3 Hp		Voltaje: 220/440
PARTES PRINCIPALES			

Tabla 27. Dossier Laminadora (Continuación 1)



DENOMINACIÓN	
1	Tolva
2	Caja de mando
3,5	Guardas de protección (Sistema banda y polea)
4	Mecanismo de trinquete
6,8	Reguladores del rodillo laminador
7	Rodillo laminador
9	Prensa moldeadora
10	Guarda de protección
11	Rodillo de la banda transportadora
12	Botonera de encendido
13	Botonera de apagado
14	Paro de emergencia
PUNTOS DE LUBRICACIÓN	

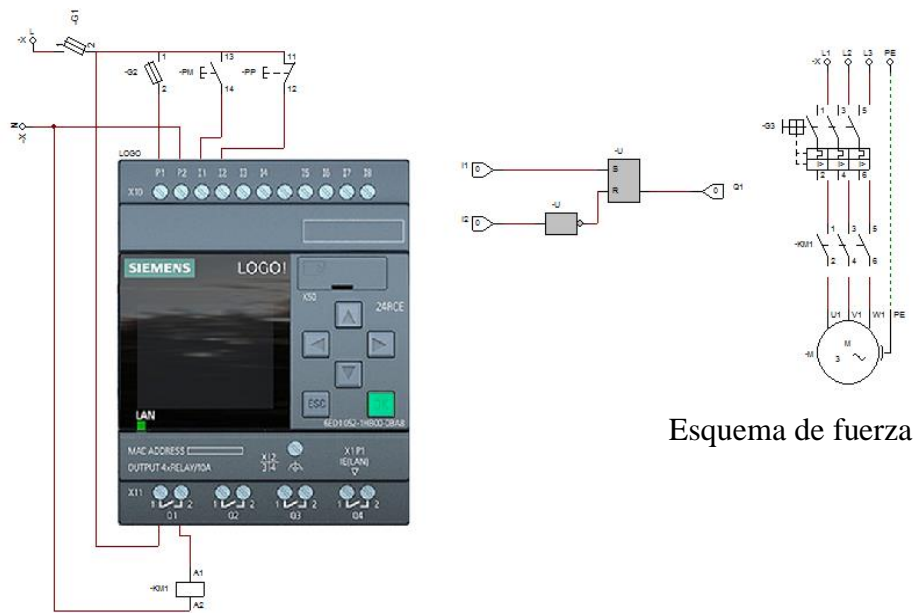
Tabla 28. Dossier Laminadora (Continuación 2)



DENOMINACIÓN

a,b	Sistema de engranajes rectos
c	Mecanismo de trinquete
d	Grasero del eje secundario
e	Grasero del eje principal

ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR



Esquema de mando

Esquema de fuerza

Tabla 29. Dossier Horno continuo 1


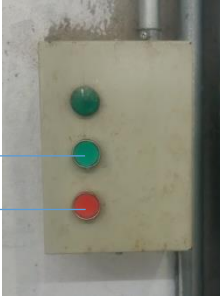

HORNO CONTINUO 1			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	Vaschetto	MQPR009	CAGF – 07
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
FUNCIÓN			
<p>Hornear la materia prima proveniente de la moldeadora rotativa para su posterior enfriamiento mediante convección forzada.</p>			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR PRINCIPAL			
Marca: Gould	Año de Fabricación: 1998		Frecuencia: 60 Hz
Modelo: S213T	Fabricante: Century Motor		RPM: 1150
Serie: Z11	Potencia: 7.5 Hp		Voltaje: 230/460
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR SECUNDARIO			
Marca: Siemens	Año de Fabricación: 2012		Frecuencia: 60 Hz
Modelo: BG 090L	Fabricante: Siemens S.A.		RPM: 1675
Serie: LA7 096-4YA60	Potencia: 3 Hp		Voltaje: 220/440
PARTES PRINCIPALES			
<p>SECCIÓN A</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">  <p>2 ←</p> <p>3 ←</p> </div> <div style="flex-grow: 1;">  <p style="text-align: right;">→ 1</p> <p style="text-align: left;">← 4</p> </div> </div>			

Tabla 30. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 1)

SECCIÓN B



SECCIÓN C

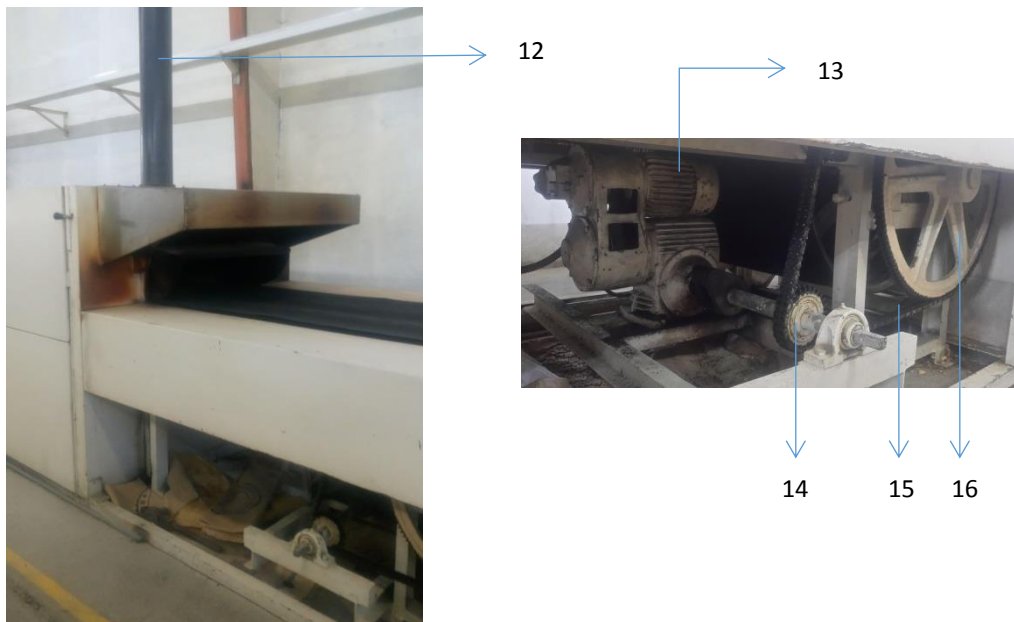
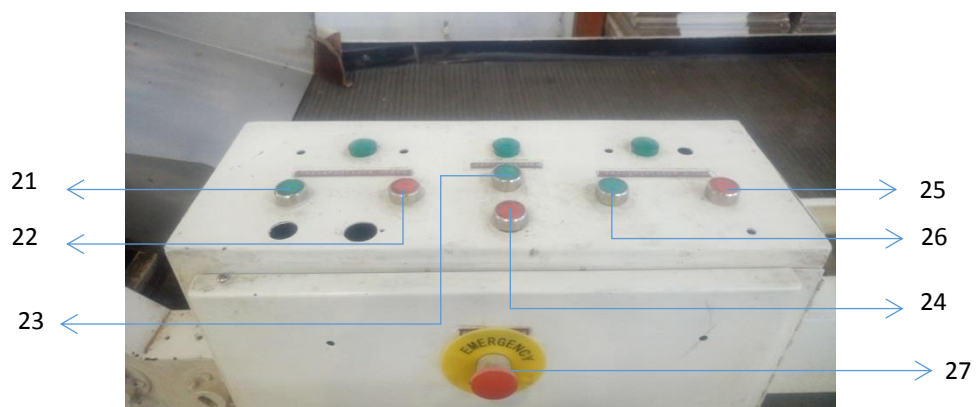


Tabla 31. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 2)

SECCIÓN D



DENOMINACIÓN

1	Chimenea de extracción aire
2	Botonera de encendido del extractor de aire
3	Botonera de apagado del extractor de aire
4	Banda transportadora sección A
5	Chimenea de gases de combustión
6	Termómetro digital
7	Botonera de encendido del ventilador

Tabla 32. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 3)


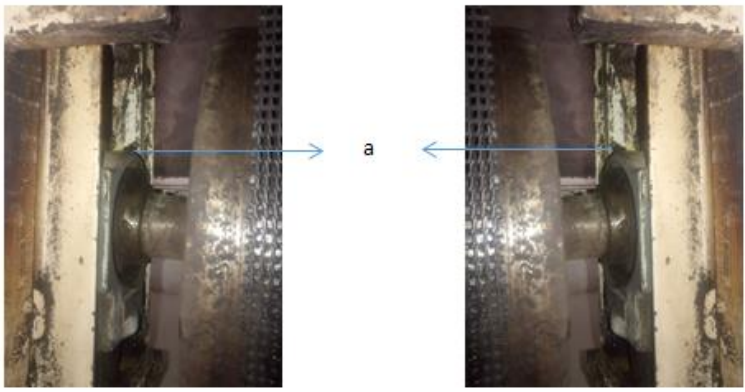
8	Botonera de apagado del ventilador
9	Conmutador del Quemador
10	Quemador
11	Filtro de diésel
12	Chimenea de gases de cocción
13	Motorreductor de la banda transportadora
14,15,16	Sistema piñón - cadena de transmisión del motor al eje principal.
17,18	Ventiladores
19	Banda transportadora sección D
20	Motorreductor de la banda transportadora sección D
21	Botonera de encendido de la banda transportadora del horno
22	Botonera de apagado de la banda transportadora del horno
23	Botonera de encendido ventiladores
24	Botonera de apagado ventiladores
25	Botonera de encendido de la banda transportadora final
26	Botonera de apagado de la banda transportadora final
27	Paro de emergencia
PUNTOS DE LUBRICACIÓN	
 	
DENOMINACIÓN	
a,b	Sistema piñón - cadena de transmisión del motor al eje principal.
c	Grasero de la chumacera del eje del motor sección B

Tabla 33. Dossier Horno continuo 1 (Continuación 4)

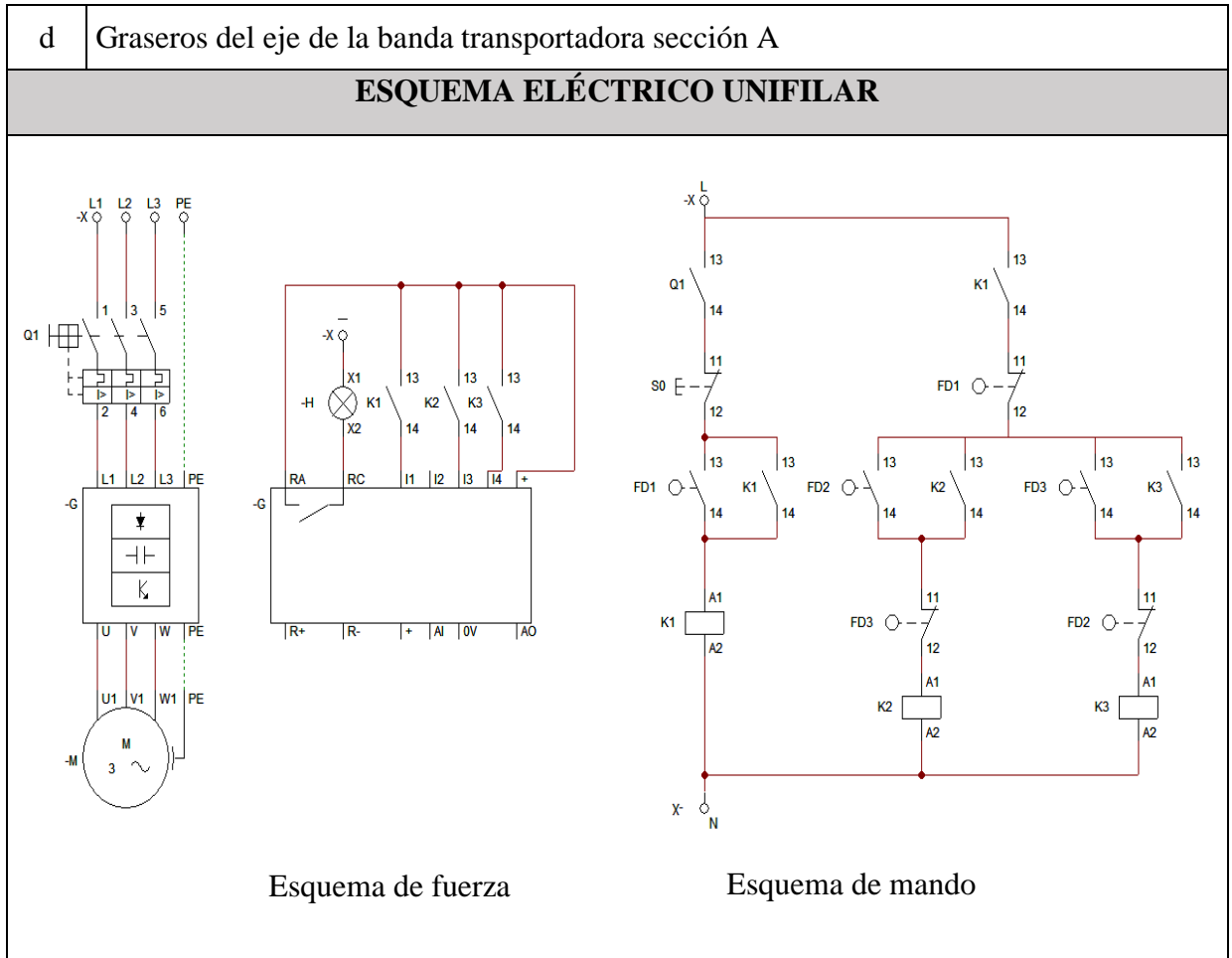


Tabla 34. Dossier Horno continuo 2

HORNO CONTINUO 2			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	Fornisud	MQPR016	CAGV – 08
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
FUNCIÓN			
Hornear la materia prima proveniente de la máquina de laminado para posteriormente empacar el producto terminado.			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR PRINCIPAL			
Marca: Gould	Año de Fabricación: 1998		Frecuencia: 60 Hz
Modelo: S213T	Fabricante: Century Motor		RPM: 1150

Tabla 35. Dossier Horno Continuo 2 (Continuación 1)

Serie: Z11	Potencia: 7.5 Hp	Voltaje: 230/460
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR SECUNDARIO		
Marca: Reliance	Año de Fabricación: 2000	Frecuencia: 60 Hz
Modelo: FB56C	Fabricante: Reliance Electrical	RPM: 1725
Serie: P56H1337N	Potencia: ¾ Hp	Voltaje: 230/460
PARTES PRINCIPALES		

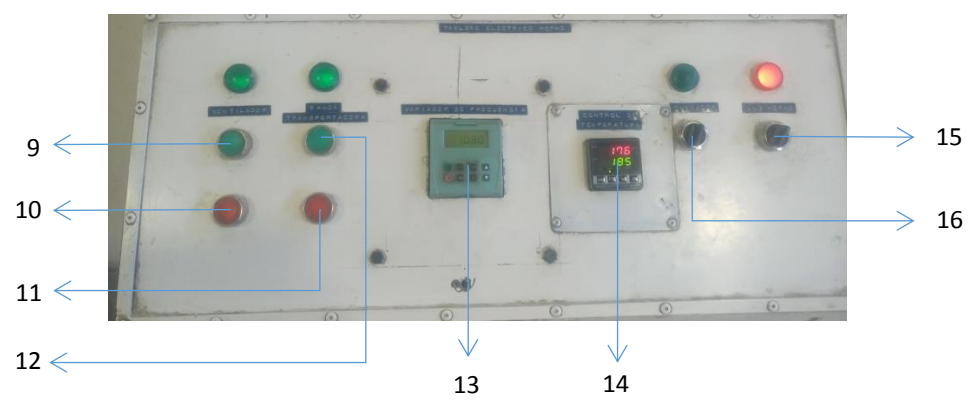


Tabla 36. Dossier Horno continuo 2 (Continuación 2)


DENOMINACIÓN	
1	Chimenea de desfogue
2	Caja de mando
3	Banda transportadora
4	Cubierta del motor principal
5,6	Sistema banda y polea
7	Banda transportadora de latas
8	Motor secundario
9	Botonera de encendido
10	Botonera de apagado
11	Botonera de encendido
12	Botonera de apagado
13	Variador de frecuencia
14	Control de temperatura
15	Conmutador del Quemador
16	Conmutador luz del horno
PUNTOS DE LUBRICACIÓN	
 <p>The image shows a continuous furnace with a dark interior. Two inset images show close-ups of the motor gear system. The left inset is labeled 'a' and the right inset is labeled 'b'. Blue arrows point from the labels 'a' and 'b' to the respective inset images.</p>	
DENOMINACIÓN	
a,b	Sistema piñón - cadena de transmisión del motor al eje principal.
ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR	

Tabla 37. Dossier Horno continuo 2 (Continuación 3)

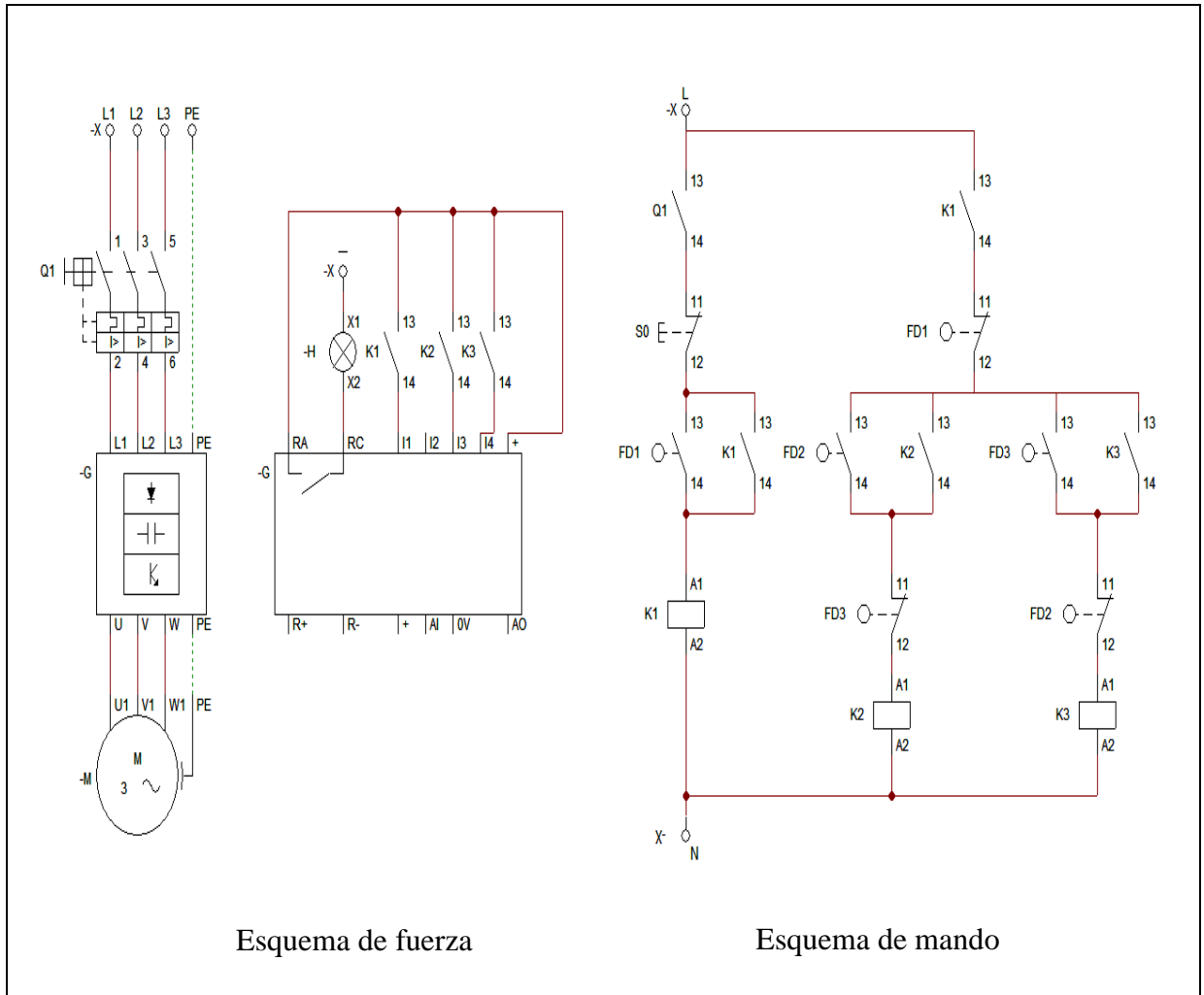


Tabla 38. Dossier formadora de chocolatín

FORMADORA DE CHOCOLATÍN			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	FORNISUD	MQPR001	CACH – 01
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
FUNCIÓN			
Laminar y precortar la masa que proviene de la cocción de diferentes ingredientes para la fabricación de chocolatines.			

Tabla 39. Dossier formadora de chocolatín (Continuación 1)

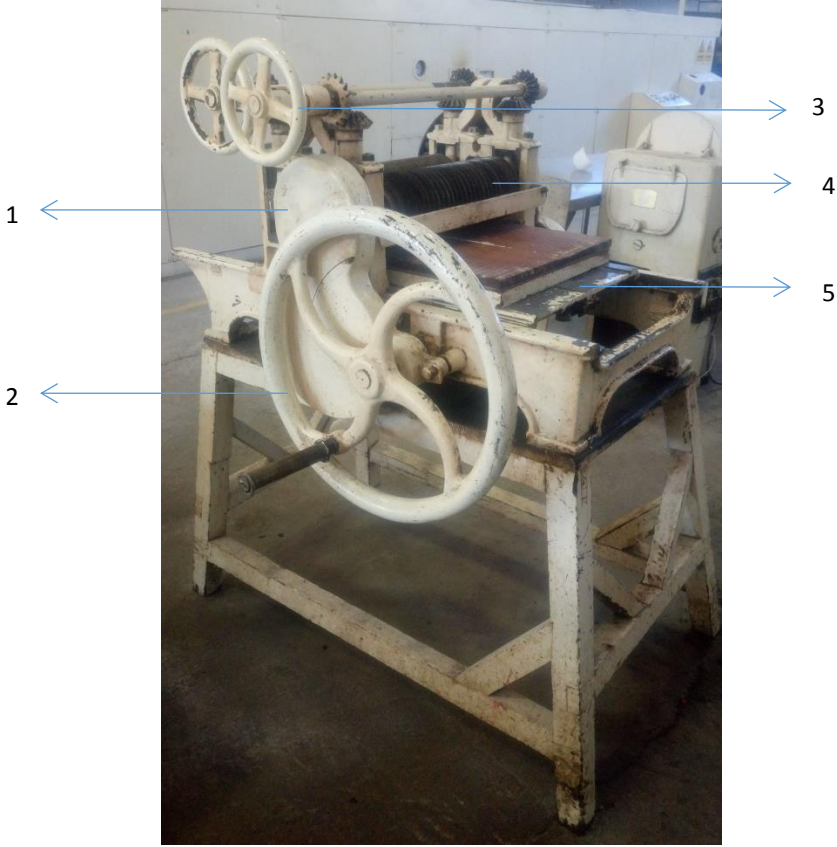
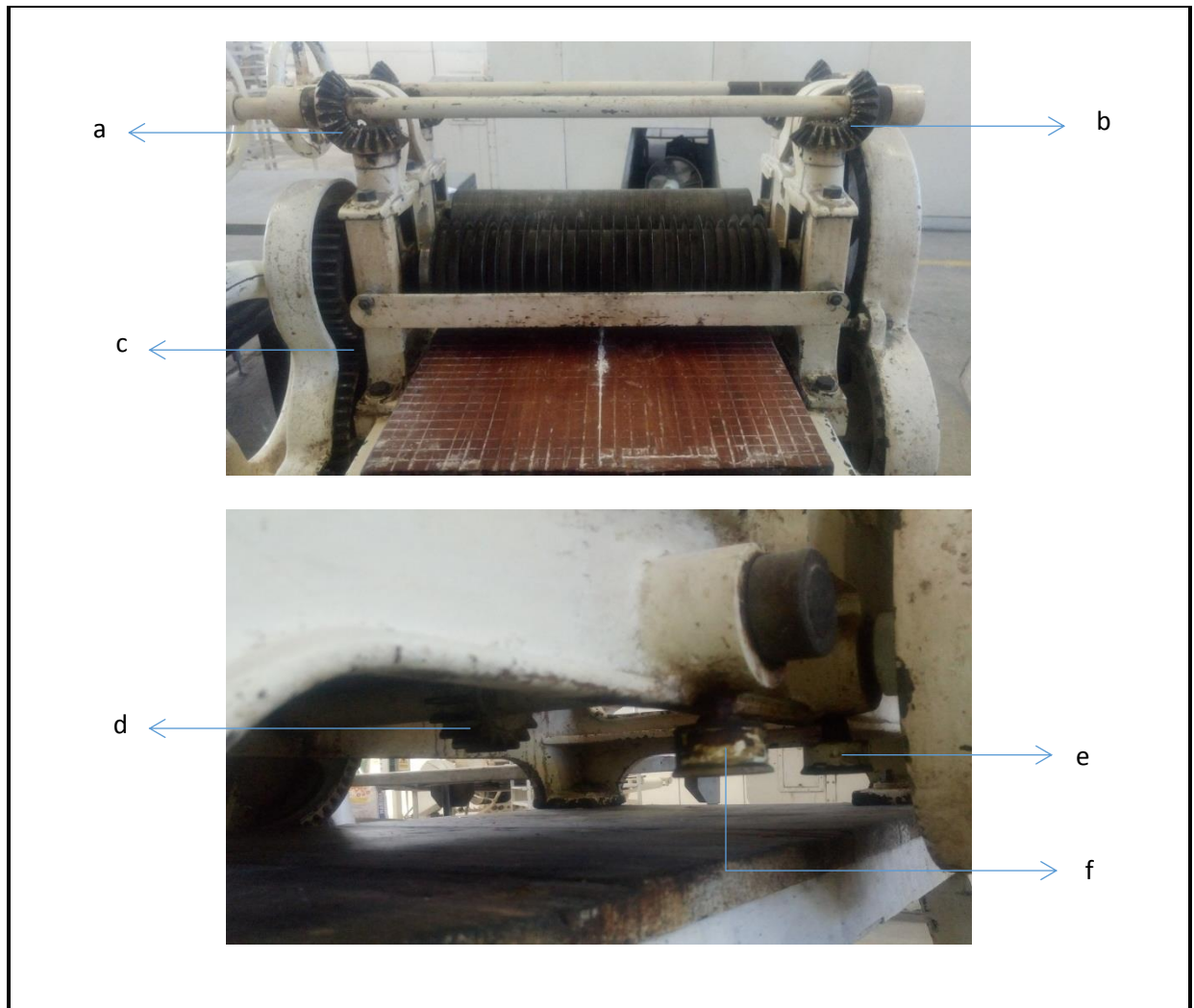
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR	
FUNCIONAMIENTO MANUAL	
PARTES PRINCIPALES	
	
DENOMINACIÓN	
1	Guarda de protección
2	Volante manivela del eje principal
3	Volante de regulación del rodillo cortador
4	Rodillo cortador
5	Mesa de desplazamiento
PUNTOS DE LUBRICACIÓN	

Tabla 40. Dossier formadora de chocolatín (Continuación 2)



DENOMINACIÓN	
a,b	Engranajes cónicos rectos
c	Sistema de transmisión por engranajes rectos
d	Sistema piñon-cremallera
e	Grasero tipo tapón del eje secundario
f	Grasero tipo tapón del eje primario
ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR	
NO APLICA	

Tabla 41. Dossier mezcladora para confites




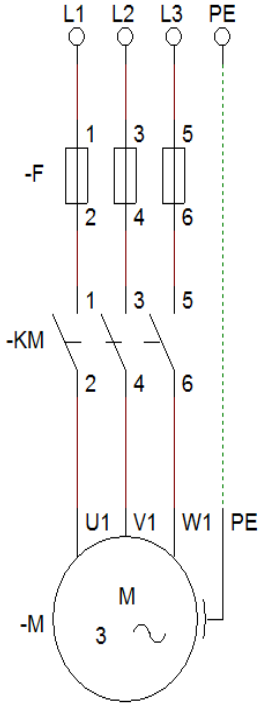
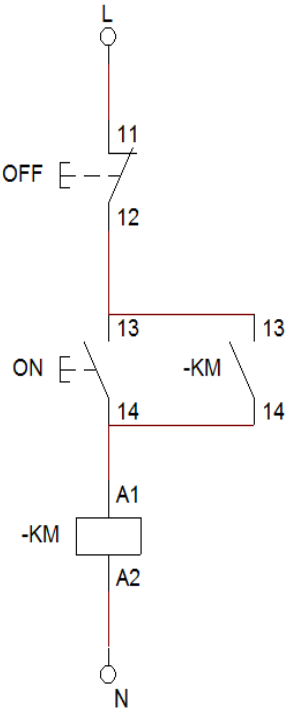
MEZCLADORA PARA CONFITES			
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS		
	Marca	Modelo	Código
	S/N	MQPR004	CAPC – 01
	Color	País de Origen	Año de Fabricación
	Crema	Argentina	Aprox. (30 años)
FUNCIÓN			
<p>Mecanismo que tiene como objetivo principal la mezcla para confites mediante un sistema de transmisión y el calentamiento con un quemador ubicado en la parte inferior del recipiente que contiene la materia prima.</p>			
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR			
Marca: Gould	Año de Fabricación: 1998	Frecuencia: 60 Hz	
Modelo: S213T	Fabricante: Century Motor	RPM: 1150	
Serie: Z11	Potencia: 7.5 Hp	Voltaje: 230/460	
PARTES PRINCIPALES			
			
DENOMINACIÓN			
1	Recipiente		
2	Quemador		
3	Motor		
4,5	Sistema de transmisión banda y polea		
6	Sistema de transmisión engranaje hipoide		
PUNTOS DE LUBRICACIÓN			

Tabla 42. Dossier mezcladora para confites (Continuación 1)

	
DENOMINACIÓN	
a	Engranajes hipoides
ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR	
	
Esquema de fuerza	Esquema de mando

4.11 Dossier equipo periférico

Para la presente investigación se elaboró un dossier de equipos, este documento contiene información detallada de las características y componentes de cada

máquina, como resultado de la observación y de las entrevistas no estructuradas al personal de la planta de producción, como se muestra en la Tabla 43,44.

Tabla 43. Dossier compresor vertical


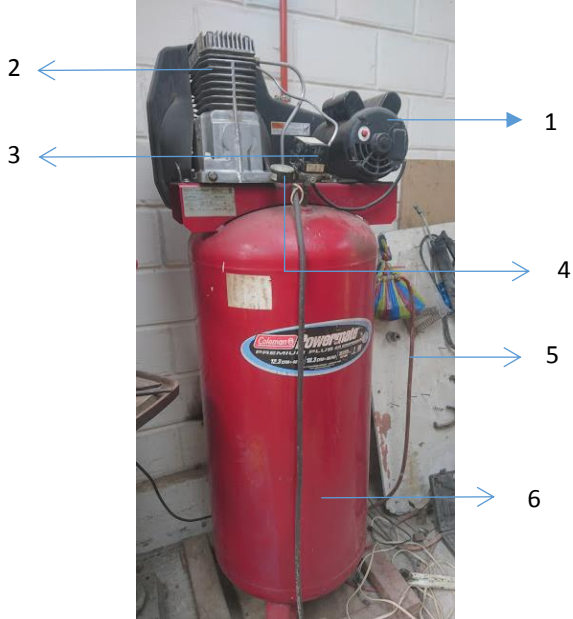
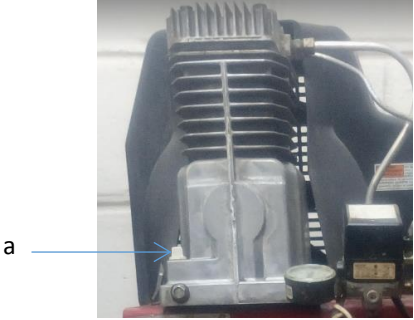
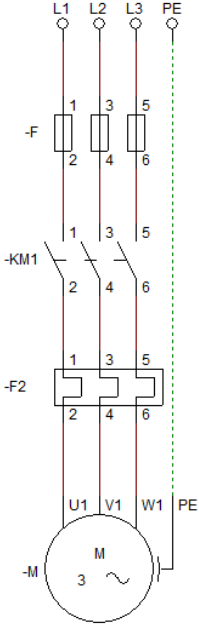
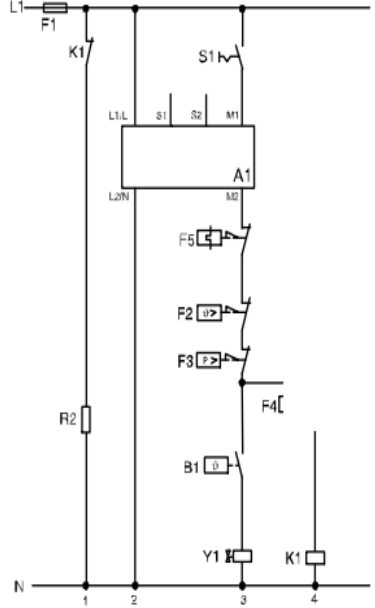
COMPRESOR VERTICAL		
EQUIPO	DATOS TÉCNICOS	
	Marca	Modelo
	POWERMATE	PLA3706056
	Color	País de Origen
	Rojo	Estados Unidos
	Año de Fabricación	
		Aprox. (8años)
FUNCIÓN		
<p>Por medio del desplazamiento de un émbolo dentro de un cilindro movido por un cigüeñal comprime el gas contenido en el sistema de tal manera que alcance cierta presión.</p>		
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR		
Marca: Century	Año de Fabricación: 2002	Frecuencia: 60 Hz
Modelo: 194160	Fabricante: A.O. SMITH	RPM: 3450
Serie: CA02-14	Potencia: 1HP	Voltaje: 208/240
PARTES PRINCIPALES		
		
DENOMINACIÓN		
1	Motor eléctrico	
2	Bomba	
3	Interruptor de presión	
4	Manómetro	
5	Salida de la línea de aire	
6	Tanque	

Tabla 44. Dossier compresor vertical (Continuación 1)

PUNTOS DE LUBRICACIÓN	
	
DENOMINACIÓN	
a	Tapón del cárter del cigüeñal.
ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR	
	
Esquema de fuerza	Esquema de mando

4.12 Cálculo de tiempos para conocer la disponibilidad actual de los equipos productivos y periféricos.

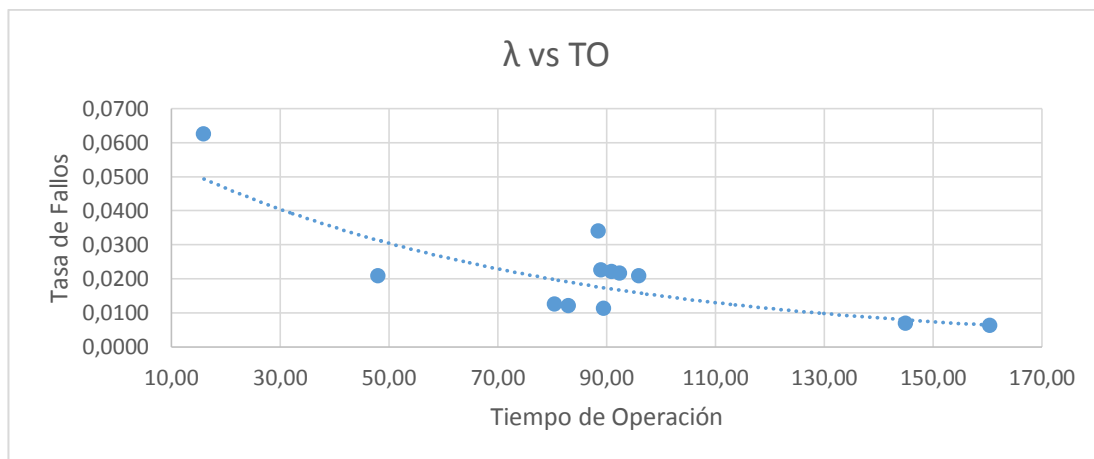
En las tablas 45 - 54 se muestran los cálculos de tiempo de operación, tiempo de parada, fiabilidad, mantenibilidad, tasa de fallos, tasa de reparación y disponibilidad de los equipos productivos y periféricos de la empresa Galcondor Cía. Ltda., dichos datos se obtuvieron del registro de datos realizado por parte del autor, con lo que se lleva un control de las máquinas.

Tabla 45. Cálculo de tiempos en horas de la moldeadora rotativa

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	89,50	70,50	89,50	70,50	0,0112	0,0142	55,9
MARZO	96,00	88,00	48,00	44,00	0,0208	0,0227	52,2
ABRIL	88,50	71,50	29,50	23,83	0,0339	0,0420	55,3
MAYO	80,50	103,50	80,50	103,50	0,0124	0,0097	43,8
JUNIO	83,00	93,00	83,00	93,00	0,0120	0,0108	47,2
JULIO	91,00	77,00	45,50	38,50	0,0220	0,0260	54,2
AGOSTO	92,50	91,50	46,25	45,75	0,0216	0,0219	50,3
SEPTIEMBRE	48,00	120,00	48,00	120,00	0,0208	0,0083	28,6
OCTUBRE	16,00	160,00	16,00	160,00	0,0625	0,0063	9,1
NOVIEMBRE	160,50	15,50	160,50	15,50	0,0062	0,0645	91,2
DICIEMBRE	145,00	23,00	145,00	23,00	0,0069	0,0435	86,3
ENERO	89,00	95,00	44,50	47,50	0,0225	0,0211	48,4
		Total	836,25	785,08	0,2529	0,2907	51,6
		Promedio	69,69	65,42	0,0211	0,0242	51,9

Interpretación de la curva de la bañera de la moldeadora rotativa

Como se puede apreciar en la gráfica se muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la moldeadora rotativa. Se puede observar una tendencia descendente, teniendo al mes de octubre como el más crítico con una tasa de fallos de 0,0625 y un tiempo de operación de 16,00 horas, esto nos indica que por algún la máquina se detuvo lo que conlleva a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de funcionamiento. El mes donde existe una tasa de fallos mínima es en el mes de noviembre con un valor de 0,0062 y un tiempo de operación máximo de 160,50 horas.



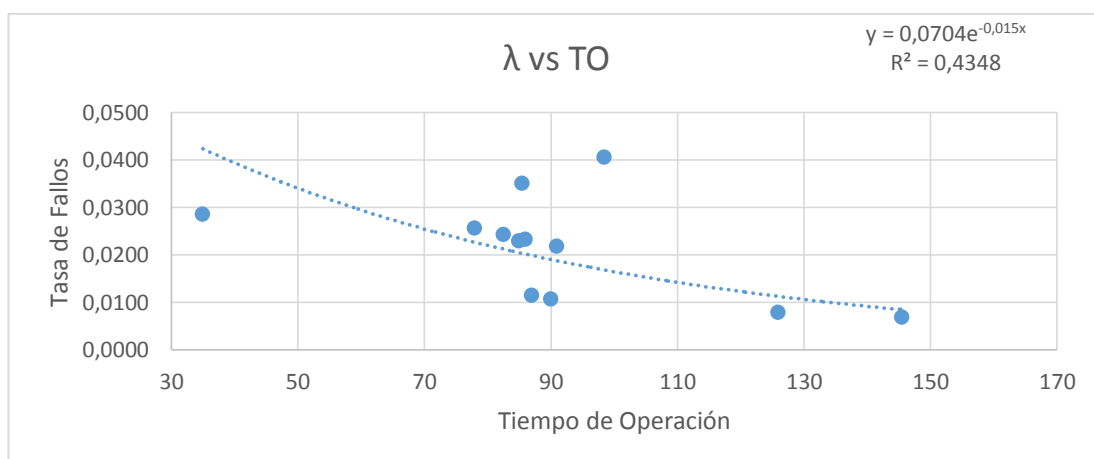
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 46. Cálculo de tiempos en horas de la amasadora 1

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	86	74	43,00	37,00	0,0233	0,0270	53,8
MARZO	91,5	92,5	45,75	46,25	0,0219	0,0216	49,7
ABRIL	82,5	77,5	41,25	38,75	0,0242	0,0258	51,6
MAYO	85,5	98,5	28,50	32,83	0,0351	0,0305	46,5
JUNIO	87	89	87,00	89,00	0,0115	0,0112	49,4
JULIO	93	75	93,00	75,00	0,0108	0,0133	55,4
AGOSTO	98,5	85,5	24,63	21,38	0,0406	0,0468	53,5
SEPTIEMBRE	78	90	39,00	45,00	0,0256	0,0222	46,4
OCTUBRE	35	141	35,00	141,00	0,0286	0,0071	19,9
NOVIEMBRE	145,5	30,5	145,50	30,50	0,0069	0,0328	82,7
DICIEMBRE	127	41	127,00	41,00	0,0079	0,0244	75,6
ENERO	87	97	43,50	48,50	0,0230	0,0206	47,3
		Total	753,13	646,21	0,2592	0,2834	53,8
		Promedio	62,76	53,85	0,0216	0,0236	52,6

Interpretación de la curva de la bañera de la amasadora 1

La gráfica muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la amasadora 1, la tendencia es de forma decreciente, evidenciando en el mes de Octubre como el más crítico con una tasa de fallos de 0,0286 y un tiempo de operación de 35,00 horas, estos valores se relacionan a los de la moldeadora rotativa ya esta máquina depende de la amasadora uno. Por otro lado en el mes con una tasa de fallos mínimo es en Noviembre cuando la máquina ya está operando normalmente con una tasa de fallos de 0,0069 y un tiempo de operación de 145,5 horas.



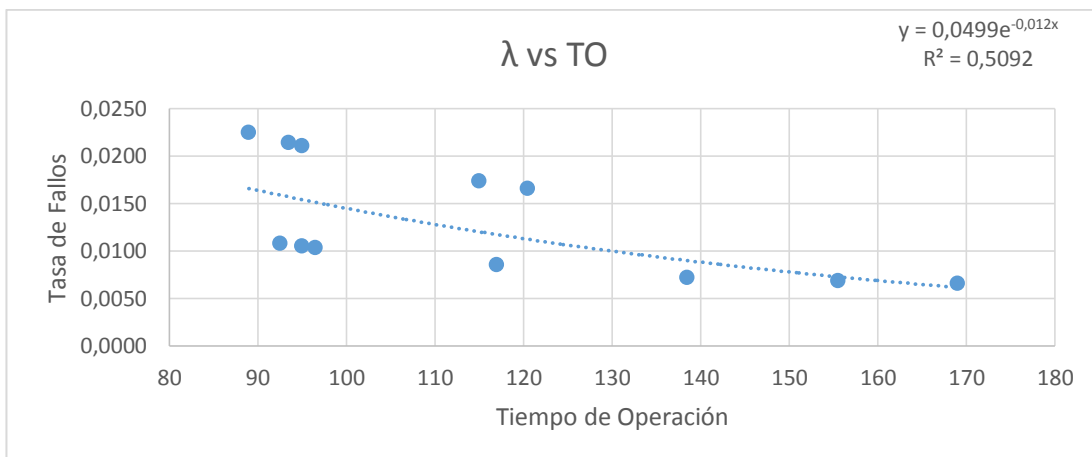
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 47. Cálculo de tiempos en horas de la amasadora 2

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	92,5	67,5	92,5	67,500	0,0108	0,0148	57,8
MARZO	89	95	44,5	47,5	0,0225	0,0211	48,4
ABRIL	95	65	95,0	65,0	0,0105	0,0154	59,4
MAYO	93,5	90,5	46,8	45,3	0,0214	0,0221	50,8
JUNIO	96,5	79,5	96,5	79,5	0,0104	0,0126	54,8
JULIO	95	73	47,5	36,5	0,0211	0,0274	56,5
AGOSTO	117	67	117,0	67,0	0,0085	0,0149	63,6
SEPTIEMBRE	120,5	47,5	60,3	23,8	0,0166	0,0421	71,7
OCTUBRE	138,5	37,5	138,5	37,5	0,0072	0,0267	78,7
NOVIEMBRE	151,5	24,5	151,5	24,5	0,0066	0,0408	86,1
DICIEMBRE	145,5	22,5	145,5	22,5	0,0069	0,0444	86,6
ENERO	115	69	57,5	34,5	0,0174	0,0290	62,5
		Total	1093,00	551	0,160	0,311	66,5
		Promedio	91,08	45,92	0,01	0,03	64,7

Interpretación de la curva de la bañera de la amasadora 2

La gráfica muestra la relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la amasadora dos, observando una tendencia descendente, teniendo al mes de Marzo como el más crítico con una tasa de fallos de 0,0225 y un tiempo de operación de 89,00 horas, esto nos indica que se hicieron en este mes actividades de mantenimiento que llevaron a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de buen funcionamiento. El mes donde existe una tasa de fallos mínima es en el mes de Noviembre debido a que en este la producción es alta porque se acerca la temporada navideña, teniendo valores de tasa de fallos con 0,0066 y un tiempo de operación máximo de 169,00 horas.



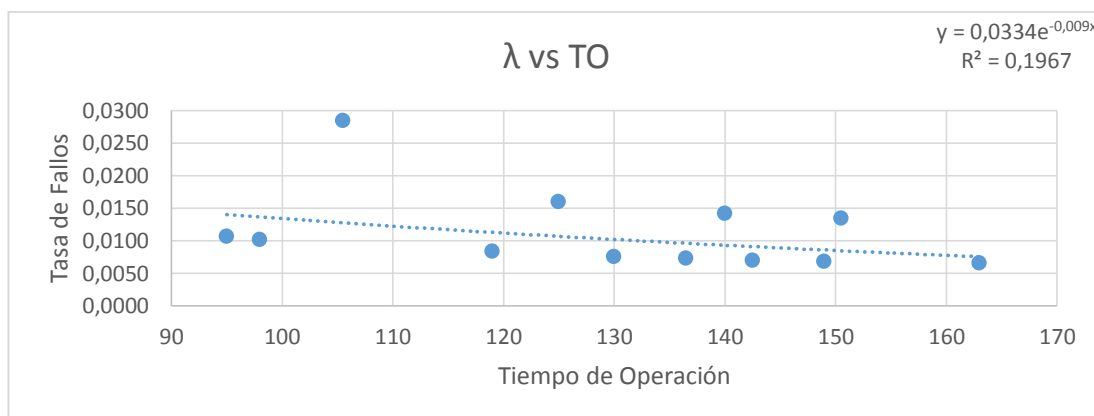
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 48. Cálculo de tiempos en horas de la mezcladora

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	98	62,00	98,00	62,00	0,0102	0,0161	61,3
MARZO	105,5	78,5	35,17	26,17	0,0284	0,0382	57,3
ABRIL	119	41	119,00	41,00	0,0084	0,0244	74,4
MAYO	125	59	62,50	29,50	0,0160	0,0339	67,9
JUNIO	136,5	39,5	136,50	39,50	0,0073	0,0253	77,6
JULIO	141	27	70,50	13,50	0,0142	0,0741	83,9
AGOSTO	132	52	132,00	52,00	0,0076	0,0192	71,7
SEPTIEMBRE	142,5	25,5	142,50	25,50	0,0070	0,0392	84,8
OCTUBRE	147,5	28,5	147,50	28,50	0,0068	0,0351	83,8
NOVIEMBRE	153	23	153,00	23,00	0,0065	0,0435	86,9
DICIEMBRE	149	19	74,50	9,50	0,0134	0,1053	88,7
ENERO	94	90	94,00	90,00	0,0106	0,0111	51,1
		Total	1265,17	440,17	0,1365	0,4654	74,2
		Promedio	105,43	36,68	0,0114	0,0388	74,1

Interpretación de la curva de la bañera de la mezcladora

La gráfica muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la mezcladora, se evidencia que el tiempo de operación fue mínimo en el mes de Enero teniendo un valor de 95,00 horas y una tasa de fallos de 0,0106. El mes donde hubo mayor cantidad de tiempo de operación es Noviembre, debido a que la demanda del producto es alta. La máquina en cuestión tuvo un tiempo de operación de 163,00 horas y una tasa de fallos de 0,0065.



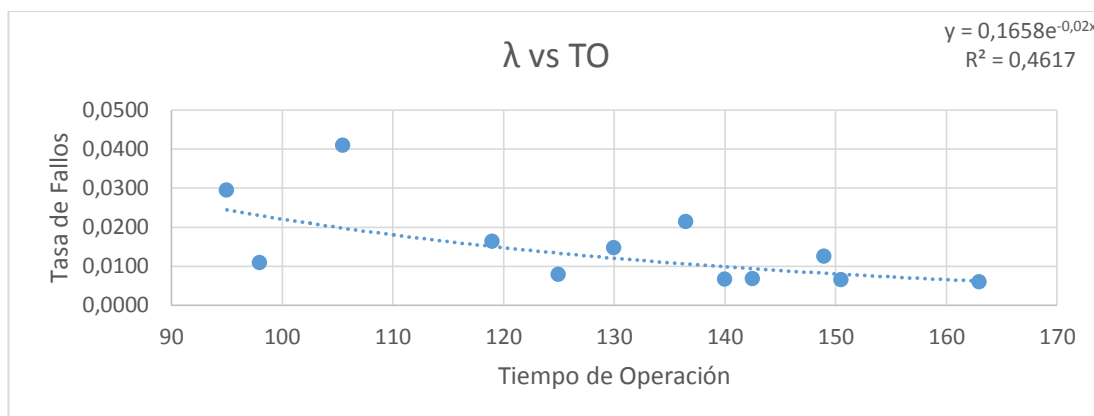
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 49. Cálculo de tiempos en horas de la empastadora

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	93	67	93	67,00	0,0108	0,0149	58,1
MARZO	98	86	24,5	21,50	0,0408	0,0465	53,3
ABRIL	122,5	37,5	61,25	18,75	0,0163	0,0533	76,6
MAYO	127	57	127	57,00	0,0079	0,0175	69,0
JUNIO	141	35	47	11,67	0,0213	0,0857	80,1
JULIO	150,5	17,5	150,5	17,50	0,0066	0,0571	89,6
AGOSTO	137	47	68,5	23,50	0,0146	0,0426	74,5
SEPTIEMBRE	149,5	18,5	149,5	18,50	0,0067	0,0541	89,0
OCTUBRE	160	16	80	8,00	0,0125	0,1250	90,9
NOVIEMBRE	169	7	169	7,00	0,0059	0,1429	96,0
DICIEMBRE	156,5	11,5	156,5	11,50	0,0064	0,0870	93,2
ENERO	102	82	34	27,33	0,0294	0,0366	55,4
		Total	1160,75	289,25	0,1792	0,7632	80,1
		Promedio	96,73	24,10	0,0149	0,0636	77,1

Interpretación de la curva de la bañera de la empastadora

La gráfica muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la empastadora. El tiempo de operación resulta de la diferencia del tiempo de funcionamiento y el tiempo de parada. El tiempo de operación máximo que se registro fue en Noviembre con un valor de 163,00 horas y teniendo un valor mínimo en el mes de Enero y Febrero con una variación en sus valores de tasa de fallos. El mes más crítico en cuestión de tasa de fallos continua siendo el mes de Enero, esto nos indica que como la producción es baja se procede a la realización del mantenimiento lo que conlleva a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de buen funcionamiento.



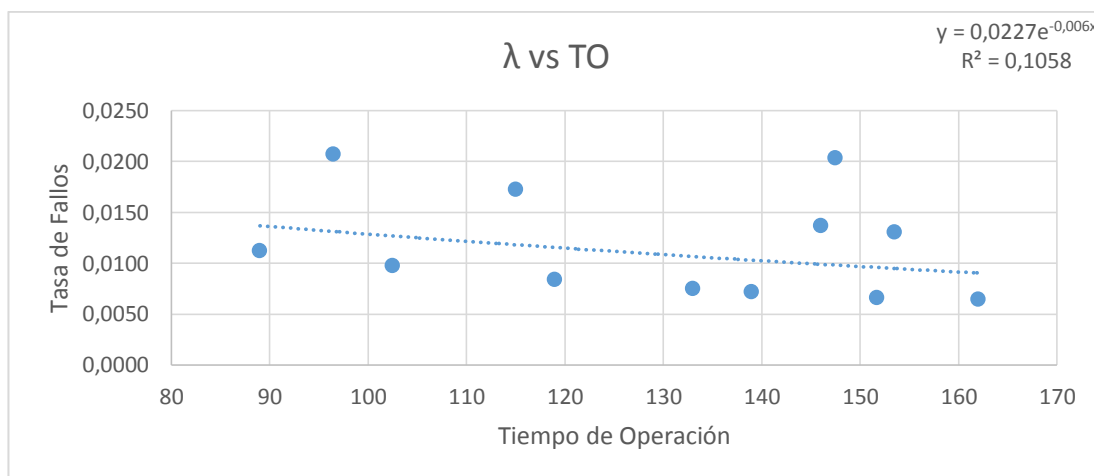
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 50. Cálculo de tiempos en horas de la laminadora

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	96,5	63,5	48,25	31,8	0,0207	0,0315	60,3
MARZO	102,5	81,5	102,50	81,5	0,0098	0,0123	55,7
ABRIL	116	44	58,00	22,0	0,0172	0,0455	72,5
MAYO	119	65	119,00	65,0	0,0084	0,0154	64,7
JUNIO	139	37	139,00	37,0	0,0072	0,0270	79,0
JULIO	147,5	20,5	49,17	6,8	0,0203	0,1463	87,8
AGOSTO	133	51	133,00	51,0	0,0075	0,0196	72,3
SEPTIEMBRE	146	22	73,00	11,0	0,0137	0,0909	86,9
OCTUBRE	151,7	24,3	151,70	24,3	0,0066	0,0412	86,2
NOVIEMBRE	155	21	155,00	21,0	0,0065	0,0476	88,1
DICIEMBRE	153,5	14,5	76,75	7,3	0,0130	0,1379	91,4
ENERO	89	95	89,00	95,0	0,0112	0,0105	48,4
		Total	1194,37	453,63	0,1422	0,6257	72,5
		Promedio	99,53	37,80	0,0118	0,0521	74,4

Interpretación de la curva de la bañera de la laminadora

La gráfica muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la laminadora, teniendo al mes de Enero como el más crítico con una tasa de fallos igual 0,0112 y un tiempo de operación de 89,000 horas, esto nos indica que se hicieron en este mes actividades de mantenimiento que llevaron a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de buen funcionamiento. El mes donde existe una tasa de fallos mínima es en Noviembre con un valor de 0,0065 y un tiempo de operación máximo de 162,00 horas. Esto nos muestra que a partir de este mes la máquina empezó a funcionar de mejor manera, la razón principal es que en el mes de Enero donde fue más crítico ya se realizaron actividades para que a partir de este punto la máquina tenga un mejor funcionamiento.



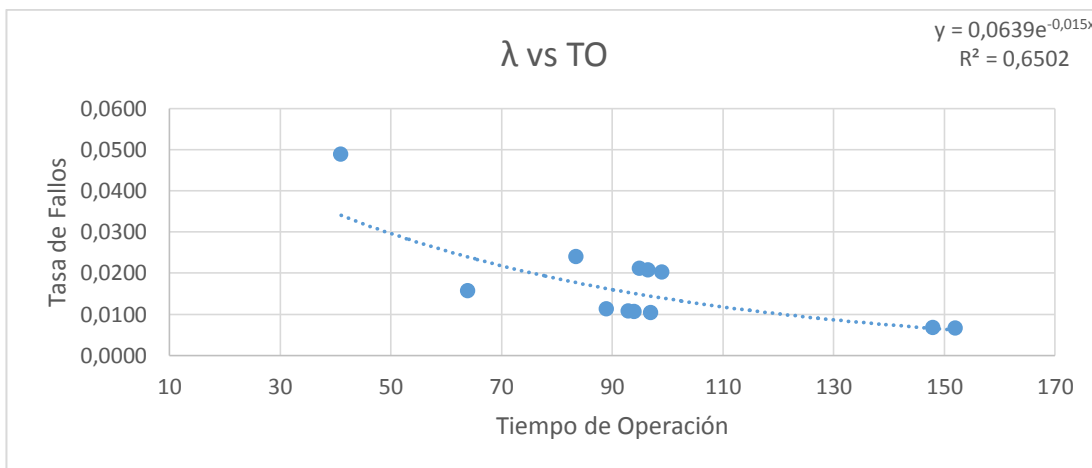
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 51. Cálculo de tiempos en horas del horno continuo 1

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	97	63	97	63	0,0103	0,0159	60,6
MARZO	99	85	49,5	42,5	0,0202	0,0235	53,8
ABRIL	95	65	47,5	32,5	0,0211	0,0308	59,4
MAYO	83,5	100,5	41,75	50,25	0,0240	0,0199	45,4
JUNIO	89	87	89	87	0,0112	0,0115	50,6
JULIO	94	74	94	74	0,0106	0,0135	56,0
AGOSTO	96,5	87,5	48,25	43,75	0,0207	0,0229	52,4
SEPTIEMBRE	64	104	64	104	0,0156	0,0096	38,1
OCTUBRE	41	135	20,5	67,5	0,0488	0,0148	23,3
NOVIEMBRE	152	24	152	24	0,0066	0,0417	86,4
DICIEMBRE	148	20	148	20	0,0068	0,0500	88,1
ENERO	93	91	93	91	0,0108	0,0110	50,5
		Total	944,5	699,5	0,2066	0,2650	57,5
		Promedio	78,71	58,29	0,0172	0,0221	55,4

Interpretación de la curva de la bañera del horno continuo 1

La gráfica muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación del horno. Se puede observar una tendencia descendente, teniendo al mes de Octubre como el más crítico con una tasa de fallos igual 0,0488 y un tiempo de operación de 21,00 horas, esto nos indica que se hicieron en este mes actividades de mantenimiento que llevaron a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de buen funcionamiento. El mes donde existe una tasa de fallos mínima es en Noviembre con un valor de 0,0066 y un tiempo de operación máximo de 152,00 horas. Esto nos muestra que a partir de este mes la máquina empezó a funcionar de mejor manera, la razón principal es que en el mes de Octubre donde fue más crítico ya se realizaron actividades para que a partir de este punto la máquina tenga un mejor funcionamiento.



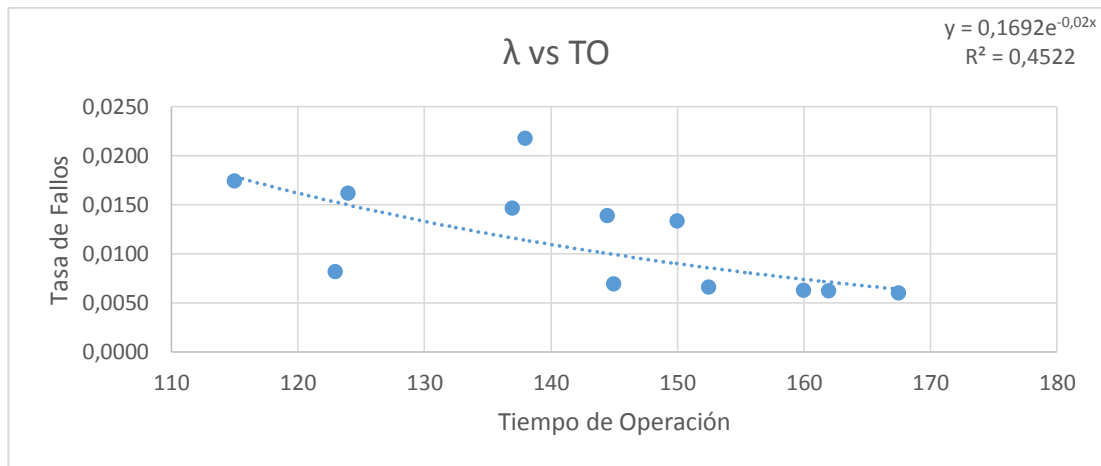
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 52. Cálculo de tiempos en horas del horno continuo 2

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	115	45	57,5	22,5	0,0174	0,0444	71,9
MARZO	137	47	68,5	23,5	0,0146	0,0426	74,5
ABRIL	123	37	123	37	0,0081	0,0270	76,9
MAYO	144,5	39,5	72,25	19,75	0,0138	0,0506	78,5
JUNIO	124	52	62	26	0,0161	0,0385	70,5
JULIO	145	23	145	23	0,0069	0,0435	86,3
AGOSTO	152,5	31,5	152,5	31,5	0,0066	0,0317	82,9
SEPTIEMBRE	150	18	75	75	0,0133	0,0133	50,0
OCTUBRE	162	14	162	14	0,0062	0,0714	92,0
NOVIEMBRE	167,5	8,5	167,5	8,5	0,0060	0,1176	95,2
DICIEMBRE	160	8	160	8	0,0063	0,1250	95,2
ENERO	138	46	46	15,33	0,0217	0,0652	75,0
		Total	1291,25	304,08	0,1370	0,6710	80,9
		Promedio	107,60	25,34	0,0114	0,0559	79,1

Interpretación de la curva de la bañera del horno continuo 2

La gráfica muestra una relación existente entre la tasa de fallos y el tiempo en que opera el horno continuo dos, teniendo en el mes de Febrero como el más crítico con una tasa de fallos de 0,0174 y un tiempo de operación de 115,00 horas, esto nos indica que se hicieron en este mes actividades de mantenimiento que llevaron a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de buen funcionamiento. Por otra parte el mes con el mayor tiempo de operación es el mes de Noviembre con una tasa de fallos de 0,0060 y un tiempo máximo de operación de 167,5 horas.



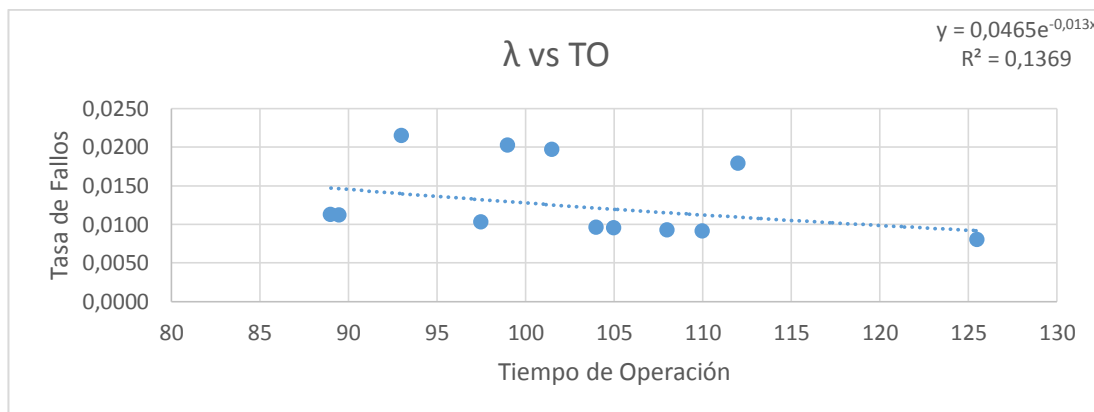
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 53. Cálculo de tiempos en horas de la formadora de chocolate

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	89	71	89	71	0,0112	0,0141	55,6
MARZO	93	91	46,5	45,5	0,0215	0,0220	50,5
ABRIL	97,5	62,5	97,5	62,5	0,0103	0,0160	60,9
MAYO	110	74	110	74	0,0091	0,0135	59,8
JUNIO	105	71	105	71	0,0095	0,0141	59,7
JULIO	101,5	66,5	50,75	33,25	0,0197	0,0301	60,4
AGOSTO	108	76	108	76	0,0093	0,0132	58,7
SEPTIEMBRE	99	69	49,5	34,5	0,0202	0,0290	58,9
OCTUBRE	104	72	104	72	0,0096	0,0139	59,1
NOVIEMBRE	125,5	50,5	125,5	50,5	0,0080	0,0198	71,3
DICIEMBRE	112	56	56	28	0,0179	0,0357	66,7
ENERO	89,5	94,5	89,5	94,5	0,0112	0,0106	48,6
		Total	1031,25	712,75	0,157	0,232	59,1
		Promedio	85,94	59,40	0,0131	0,0193	59,2

Interpretación de la curva de la bañera de la formadora de chocolate

Como se puede apreciar en la gráfica se muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la formadora de chocolate. Se puede observar una tendencia descendente, teniendo al mes de Febrero como el más crítico con una tasa de fallos con un valor de 0,0112 y un tiempo de operación de 89,00 horas, esto nos indica que por la máquina se detuvo para realizar las tareas de mantenimiento lo que conlleva a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de funcionamiento. El mes donde existe una tasa de fallos mínima es en el mes de Noviembre con un valor de tasa de fallos del 0,0080 y un tiempo de operación máximo de 125,5 horas.



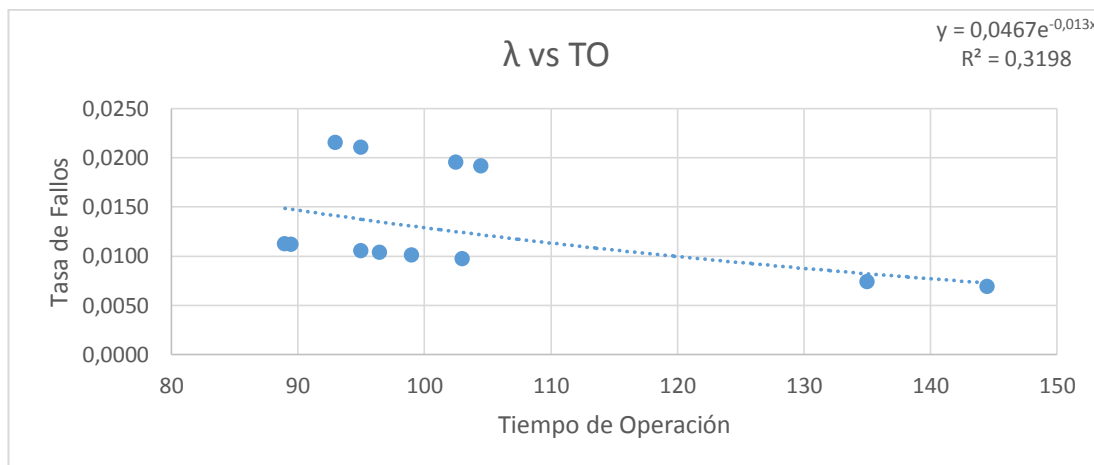
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 54. Cálculo de tiempos en horas de la mezcladora de confites

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	93	67	46,5	33,5	0,0215	0,0299	58,1
MARZO	89	95	89	95	0,0112	0,0105	48,4
ABRIL	89,5	70,5	89,5	70,5	0,0112	0,0142	55,9
MAYO	104,5	79,5	52,25	39,75	0,0191	0,0252	56,8
JUNIO	95	81	95	81	0,0105	0,0123	54,0
JULIO	96,5	71,5	96,5	71,5	0,0104	0,0140	57,4
AGOSTO	102,5	81,5	51,25	40,75	0,0195	0,0245	55,7
SEPTIEMBRE	99	69	99	69	0,0101	0,0145	58,9
OCTUBRE	103	73	103	73	0,0097	0,0137	58,5
NOVIEMBRE	144,5	31,5	144,5	31,5	0,0069	0,0317	82,1
DICIEMBRE	135	33	135	33	0,0074	0,0303	80,4
ENERO	95	89	47,5	44,5	0,0211	0,0225	51,6
		Total	1049	683	0,1586	0,2433	60,6
		Promedio	87,42	56,9167	0,0132	0,0203	59,8

Interpretación de la curva de la bañera de la mezcladora de confites

La gráfica muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación de la mezcladora de confites, se evidencia que el tiempo de operación fue mínimo en el mes de Marzo teniendo un valor de 89,00 horas y una tasa de fallos de 0,0112, estos valores se generan porque es en este mes que la máquina tiene su mantenimiento, motivo por el cual su tiempo de operación es menor en relación a los otros meses. El mes donde hubo mayor cantidad de tiempo de operación es Noviembre, debido a que la demanda del producto es alta y deben tener producto almacenado en bodega, la máquina en cuestión tuvo un tiempo de operación de 144,500 horas y una tasa de fallos de 0,0069.



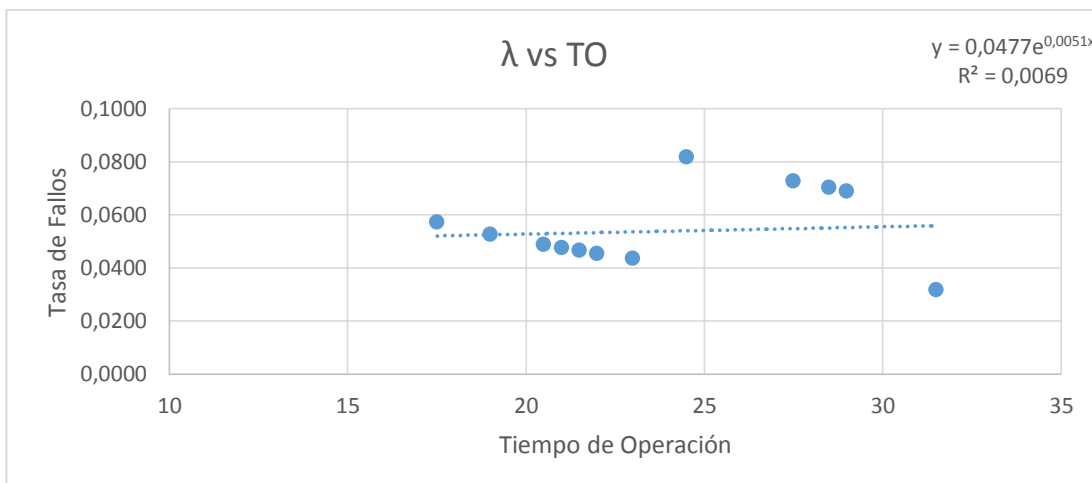
Tasa de fallos vs tiempo de operación

Tabla 55. Cálculo de tiempos en horas del compresor de aire

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (FIABILIDAD)	TMR (MANTENIBILIDAD)	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	DISPONIBILIDAD (D)
FEBRERO	29	131	14,50	65,50	0,069	0,015	18,1
MARZO	31,5	152,5	31,50	152,50	0,032	0,007	17,1
ABRIL	27,5	132,5	13,75	66,25	0,073	0,015	17,2
MAYO	20,5	163,5	20,50	163,50	0,049	0,006	11,1
JUNIO	21	155	21,00	155,00	0,048	0,006	11,9
JULIO	23	145	23,00	145,00	0,043	0,007	13,7
AGOSTO	19	165	19,00	165,00	0,053	0,006	10,3
SEPTIEMBRE	24,5	143,5	12,25	71,75	0,082	0,014	14,6
OCTUBRE	22	154	22,00	154,00	0,045	0,006	12,5
NOVIEMBRE	21,5	154,5	21,50	154,50	0,047	0,006	12,2
DICIEMBRE	17,5	150,5	17,50	150,50	0,057	0,007	10,4
ENERO	28,5	155,5	14,25	77,75	0,070	0,013	15,5
		Total	230,75	1521,3	0,667	0,109	13,2
		Promedio	19,23	126,77	0,0556	0,0091	13,7

Interpretación de la curva de la bañera del compresor de aire

La gráfica muestra una relación entre la tasa de fallos y el tiempo de operación del equipo periférico que en este caso es el compresor. Se puede observar una tendencia ligeramente ascendente, teniendo al mes de Agosto como el más crítico con una tasa de fallos igual a 0,0526 y un tiempo de operación de 19,000 horas, esto nos indica que se hicieron en este mes actividades de mantenimiento que llevaron a que la máquina obtenga un menor número de horas en su tiempo de buen funcionamiento. El mes donde existe una tasa de fallos mínima es en Marzo con un valor de tasa de fallos de 0,0317 y el tiempo de operación de 31,5 horas. El resto de valores del tiempo de operación de los otros meses es bajo ya que el compresor es utilizado para quitar las partículas de polvo al finalizar el tiempo de operación de las máquinas.



Tasa de fallos vs tiempo de operación

4.13 Tabla de resumen de disponibilidad de equipos

El valor porcentual de la disponibilidad de equipos productivos y periféricos en el área de producción de la empresa Galcondor Cía. Ltda., se puede observar en la Tabla 56.

Tabla 56. Tabla de resumen de los equipos productivos y periféricos

EQUIPOS PRODUCTIVOS		
EQUIPO	CÓDIGO	DISPONIBILIDAD
Moldeadora Rotativa	CAGF- 01	51,6 %
Amasadora 1	CAGF- 02	53,8 %
Amasadora 2	CAGF- 03	66,5 %
Mezcladora	CAGF- 04	74,2 %
Empastadora	CAGF- 05	80,1 %
Laminadora	CAGF- 06	72,5 %
Horno continuo 1	CAGF- 07	57,5 %
Horno continuo 2	CAGF- 08	80,9 %
Moldeadora de chocolatin	CACH - 01	59,1 %
EQUIPO PERIFÉRICO		
EQUIPO	CÓDIGO	DISPONIBILIDAD
Compresor de aire	CABM - 01	13,2 %

4.14 Criticidad de equipos productivos y periféricos aplicando el método AMFE

Para la realización de las matrices no se considera directamente los errores humanos, sino la mala operación de un elemento o sistema, la fuente de información que se utiliza para el desarrollo del método de análisis modal de fallos y efectos (AMFE) son las personas que operan los equipos y el encargado en realizar los mantenimientos, por sus criterios y experiencias se logra conocer cuáles son las fallas más comunes y la manera en que fallan los equipos productivos y periféricos.

En el formato de la matriz AMFE se puede apreciar que se analiza el sistema, componente, función, fallo funcional, modo de fallo, causa raíz, efecto, valoración y recomendación de cada uno de los equipos productivos y periféricos; en la columna de la valoración los ítems de frecuencia (F), gravedad (G) y detectabilidad (D) tienen una ponderación de que va desde 1 hasta 10, el valor de 1 significa un caso menos severo, mientras tanto el valor de 10 representa el peor caso posible de severidad; para calcular el nivel de prioridad de riesgo (NPR) se procede a multiplicar los valores correspondientes de las casillas de frecuencia, gravedad y detectabilidad.

De igual manera se realiza el mismo procedimiento con el resto de componentes mecánicos y eléctricos; al momento que se concluya el análisis de cada equipo se suman verticalmente todos los valores de nivel de prioridad de riesgo y se procede a sacar el valor promedio, las componentes de los equipos que su valor de NPR sea igual o mayor al NPR promediado entre todos los elementos que componen la máquina se procederá a pintar la celda de color anaranjado, para posteriormente aplicar medidas correctivas es decir se deberá modificar la política de mantenimiento empresarial, estos valores de nivel de prioridad de riesgo constan en las Tablas 57 - 78.

Tabla 57. Ficha AMFE de la moldeadora rotativa

Realizado por:		Edison López				Hoja N.º					
Revisado por:		Ing. Andrés Cabrera									
EQUIPO/TAG: MOLDEADORA ROTATIVA			CÓDIGO: CAGF – 01			FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	6	2	2	18	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	3	5	3	45	Mantenimiento preventivo programado
	Motor	Convertir la energía eléctrica a mecánica para que la máquina funcione	Parada parcial de la máquina	Sobrecalentamiento del motor	Aislamiento del devanado deteriorado	Perdida de potencia	5	4	2	40	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Cadena	Sirve para transmitir el movimiento de arrastre de fuerza entre ruedas dentadas	No transmite movimiento al sistema de transmisión	Rotura de un eslabón	Incorrecta calibración al momento de templar la cadena	Paralización de la máquina por falta de tracción para ejercer movimiento	5	4	3	60	Revisar que la cadena se encuentre en buen estado
	Engranajes	Rueda dentada que va conectada al eje conductor para generar movimiento angular	Interferencia de movimiento angular	Desbalanceo del eje principal	Falta de lubricación adecuada	Transmisión de movimiento defectuoso o parada de la máquina	6	3	3	54	Se debe lubricar periódicamente

Tabla 58. Ficha AMFE de la moldeadora rotativa (Continuación 1)

	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	6	3	2	36	Se debe lubricar periódicamente
	Banda transportadora	Desplazar las galletas de figuras desde la salida de los rodillos formadores hacia la entrada del horno	No desplazar las galletas de figura	Rotura de la lona de la banda	Exceso de ajuste en el volante de regulación de la banda	Paro total de la moldeadora rotativa	7	4	2	56	Revisar frecuentemente el estado de la lona
										44	

Tabla 59. Ficha AMFE de la amasadora 1

Realizado por:						Hoja N.º					
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: AMASADORA 1			CÓDIGO: CAGF – 02			FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	1	4	3	12	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	3	5	2	30	Mantenimiento preventivo programado

Tabla 60. Ficha AMFE de la amasadora 1 (Continuación 1)

	Motor	Convertir la energía eléctrica a mecánica para que la máquina funcione	Parada parcial de la máquina	Motor principal no arranca	Bobina quemada	Perdida de potencia	6	4	2	48	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Engranajes	Rueda dentada que va conectada al eje conductor para generar movimiento angular	Interferencia de movimiento angular	Desbalanceo del eje principal	Falta de lubricación adecuada	Transmisión de movimiento defectuoso o parada de la máquina	3	1	6	18	Se debe lubricar periódicamente
	Banda de transmisión	Transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	No transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	Grietas en la banda	Montaje con ajuste excesivo	Existiría ruptura en la estructura de la cubierta	6	3	4	72	Revisar las tensiones de las bandas.
				Desgaste prematuro	Oxido en las poleas	Desgaste por abrasión	5	2	2	20	Revisar el estado de las poleas
	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	5	4	3	60	Se debe lubricar periódicamente
	Eje de transmisión	Guiar el movimiento de rotación	Movimiento de rotación defectuoso	Exceso de vibración	Rodamientos en mal estado	Desalineación del eje	5	5	2	50	Revisar el estado de los rodamientos
										39	

Tabla 61. Ficha AMFE de la amasadora 2

Realizado por:								Hoja N.º			
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: AMASADORA 2		CÓDIGO: CAGF – 03				FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	3	5	1	15	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	7	3	2	42	Mantenimiento preventivo programado
	Motor	Convertir la energía eléctrica a mecánica para que la máquina funcione	Parada parcial de la máquina	Motor principal no arranca	Aislamiento del devanado deteriorado	Pérdida de potencia	4	6	2	48	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Engranajes	Rueda dentada que va conectada al eje conductor para generar movimiento angular	Interferencia de movimiento angular	Desbalanceo del eje principal	Falta de lubricación adecuada	Transmisión de movimiento defectuoso o parada de la máquina	5	3	2	30	Se debe lubricar periódicamente
	Banda de transmisión	Transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	No transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	Grietas en la banda	Montaje con ajuste excesivo	Existiría ruptura en la estructura de la cubierta	6	5	3	90	Revisar las tensiones de las bandas.
				Desgaste prematuro	Oxido en las poleas	Desgaste por abrasión	5	3	2	30	Revisar el estado de las poleas

Tabla 62. Ficha AMFE de la amasadora 2 (continuación 1)

	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	5	4	1	20	Se debe lubricar periódicamente
	Eje de transmisión	Guiar el movimiento de rotación	Movimiento de rotación defectuoso	Desgaste de rodamientos	Juego interno	Existiría patinado en el eje	5	5	1	25	Revisar el estado de los rodamientos
										38	

Tabla 63. Ficha AMFE de la mezcladora

Realizado por:						Hoja N.º					
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: MEZCLADORA			CÓDIGO: CAGF – 04			FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	4	3	2	24	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	3	4	3	36	Mantenimiento preventivo programado
	Motor	Convertir la energía eléctrica a mecánica para que la máquina funcione	Parada parcial de la máquina	Sobrecalentamiento del motor	Aislamiento del devanado deteriorado	Perdida de potencia	5	4	2	40	Mantenimiento preventivo programado

Tabla 64. Ficha AMFE de la mezcladora (Continuación 1)

MECÁNICO	Cadena	Sirve para transmitir el movimiento de arrastre de fuerza entre ruedas dentadas	No transmite movimiento al sistema de transmisión	Rotura de un eslabón	Incorrecta calibración al momento de templar la cadena	Paralización de la máquina por falta de tracción para ejercer movimiento	6	4	2	48	Revisar que la cadena se encuentre en buen estado
	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	2	4	2	16	Se debe seleccionar correctamente el tipo de lubricante
	Tornillo sin fin – rueda dentada	Transmitir movimiento entre dos ejes que se cruzan perpendicularmente	Movimiento defectuoso en el tornillo sin fin	Rosca del tornillo sin fin gastada	Falta de lubricación	No se mueve la rueda dentada	5	4	3	60	Se debe lubricar periódicamente
										37	

Tabla 65. Ficha AMFE de la empastadora

Realizado por:						Hoja N.º					
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: EMPASTADORA				CÓDIGO: CAGF – 05				FECHA: 07/12/2017			
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	4	3	1	12	Cambiar cables en mal estado

Tabla 66. Ficha AMFE de la empastadora (Continuación 1)

ELÉCTRICO	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	3	4	2	24	Mantenimiento preventivo programado
	Motor	Convertir la energía eléctrica a mecánica para que la máquina funcione	Parada parcial de la máquina	Sobrecalentamiento del motor	Aislamiento del devanado deteriorado	Perdida de potencia	5	3	1	15	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Banda de transmisión	Transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	No transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	Grietas en la banda	Oxido en las poleas	Existiría ruptura en la estructura de la cubierta	6	4	2	48	Cambiar las poleas en mal estado
	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	3	4	3	36	Se debe seleccionar correctamente el tipo de lubricante
	Eje de transmisión	Guiar el movimiento de rotación	Movimiento de rotación defectuoso	Exceso de vibración	Rodamientos en mal estado	Desalineación del eje	5	3	1	15	Revisar el estado de los rodamientos
										25	

Tabla 67. Ficha AMFE de la laminadora

Realizado por:								Hoja N.º			
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: LAMINADORA		CÓDIGO: CAGF – 06				FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	4	3	3	36	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	3	4	2	24	Mantenimiento preventivo programado
	Motor	Convertir la energía eléctrica a mecánica para que la máquina funcione	No convierte la energía eléctrica en mecánica	Motor no arranca	Cableado mal ajustado	Detención parcial de la máquina	5	3	1	15	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Banda de transmisión	Transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	No transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	Grietas en la banda	Montaje con ajuste excesivo	Existiría ruptura en la estructura de la cubierta	4	4	5	80	Cambiar las poleas en mal estado
	Engranajes	Rueda dentada que va conectada al eje conductor para generar movimiento angular	Interferencia de movimiento angular	Desbalanceo del eje principal	Falta de lubricación adecuada	Transmisión de movimiento defectuoso o parada de la máquina	5	3	2	30	Se debe lubricar periódicamente

Tabla 68. Ficha AMFE de la laminadora (Continuación 1)

	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	3	3	7	63	Se debe seleccionar correctamente el tipo de lubricante
	Eje de transmisión	Guiar el movimiento de rotación	Movimiento de rotación defectuoso	Exceso de vibración	Rodamientos en mal estado	Desalineación del eje	3	3	4	36	Revisar el estado de los rodamientos
										41	

Tabla 69. Ficha AMFE del horno continuo 1

Realizado por:						Hoja N.º					
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: HORNO CONTINUO 1			CÓDIGO: CAGF – 07			FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	3	5	3	45	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	4	3	2	24	Mantenimiento preventivo programado

Tabla 70. Ficha AMFE del horno continuo 1 (Continuación 1)

	Motor del ventilador	Elemento que convierte la energía eléctrica a energía mecánica	No convierte la energía eléctrica a energía mecánica	Sobrecalentamiento	Rotor deteriorado	No giran las hélices	3	2	6	36	Realizar un chequeo programado
	Contactador del motor	Conduce corriente eléctrica hacia el motor	No conduce la corriente eléctrica al motor	No permite el encendido del motor	Cortocircuito	Parada de la banda transportadora	3	4	2	24	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Banda de transmisión	Transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	No transmite movimiento a los sistemas de transmisión	Grietas en la banda	Montaje con ajuste excesivo	Existiría ruptura en la estructura de la cubierta	5	5	3	75	Cambiar las poleas en mal estado
	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	4	5	3	60	Se debe seleccionar correctamente el tipo de lubricante
	Eje de transmisión	Guiar el movimiento de rotación	Movimiento de rotación defectuoso	Exceso de vibración	Rodamientos en mal estado	Desalineación del eje	3	3	2	18	Revisar el estado de los rodamientos
	Engranajes	Rueda dentada que va conectada al eje conductor para generar movimiento angular	Interferencia de movimiento angular	Desbalanceo del eje principal	Falta de lubricación adecuada	Transmisión de movimiento defectuoso o parada de la máquina	2	5	2	20	Se debe lubricar periódicamente

38

Tabla 71. Ficha AMFE del horno continuo 2

Realizado por:								Hoja N.º			
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: HORNO CONTINUO 2			CÓDIGO: CAGF – 08			FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	3	2	3	18	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	6	5	3	90	Mantenimiento preventivo programado
	Motor banda transportadora de latas	Convertir la energía eléctrica a mecánica	No convierte la energía eléctrica a mecánica	Sobrecalentamiento del motor	Aislamiento del devanado deteriorado	Perdida de movimiento en la banda	3	2	4	24	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Engranajes	Rueda dentada que va conectada al eje conductor para generar movimiento angular	Interferencia de movimiento angular	Desbalanceo del eje principal	Falta de lubricación adecuada	Transmisión de movimiento defectuoso o parada de la máquina	3	7	1	21	Se debe lubricar periódicamente
	Cadena	Sirve para transmitir el movimiento de arrastre de fuerza entre ruedas dentadas	No transmite movimiento al sistema de transmisión	Rotura de un eslabón	Incorrecta calibración al momento de templar la cadena	Paralización de la máquina por falta de tracción para ejercer movimiento	4	6	3	72	Revisar que la cadena se encuentre en buen estado

Tabla 72. Ficha AMFE del horno continuo 2 (Continuación 1)

	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	3	5	1	15	Se debe seleccionar correctamente el tipo de lubricante
	Banda de transmisión	Transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	No transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	Grietas en la banda	Oxido en las poleas	Existiría ruptura en la estructura de la cubierta	5	3	4	60	Cambiar las poleas en mal estado
										43	

Tabla 73. Ficha AMFE de la moldeadora de chocolate

Realizado por:						Hoja N.º					
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: MOLDEADORA DE CHOCOLATIN				CÓDIGO: CACH – 01		FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
MECÁNICO	Engranajes	Rueda dentada que va conectada al eje conductor para generar movimiento angular	Interferencia de movimiento angular	Desbalanceo del eje principal	Falta de lubricación adecuada	Transmisión de movimiento defectuoso o parada de la máquina	5	3	2	30	Se debe lubricar periódicamente

Tabla 74. Ficha AMFE de la moldeadora de chocolatín (Continuación 1)

	Rodamientos	Mínimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	6	4	2	48	Se debe seleccionar correctamente el tipo de lubricante
	Eje de transmisión	Guiar el movimiento de rotación	Movimiento de rotación defectuoso	Exceso de vibración	Rodamientos en mal estado	Desalineación del eje	4	3	2	24	Revisar el estado de los rodamientos
	Piñón - cremallera	Permite el movimiento horizontal de la mesa de trabajo	No permite el movimiento horizontal de la mesa de trabajo	Desalineamiento	Falta de lubricación	Desplazamiento horizontal defectuoso	6	3	4	72	Se debe lubricar periódicamente
										44	

Tabla 75. Ficha AMFE de la mezcladora para confites

Realizado por:								Hoja N.º			
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: MEZCLADORA PARA CONFITES			CÓDIGO: CAPC – 01			FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
ELÉCTRICO	Cableado	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	3	5	2	30	Cambiar cables en mal estado
	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	3	3	2	18	Mantenimiento preventivo programado

Tabla 76. Ficha AMFE de la mezcladora para confites (Continuación 1)

MECÁNICO	Banda de transmisión	Transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	No transmitir movimiento a los sistemas de transmisión	Grietas en la banda	Montaje con ajuste excesivo	Existiría ruptura en la estructura de la cubierta	6	4	1	24	Revisar las tensiones de las bandas.
				Desgaste prematuro	Oxido en las poleas	Desgaste por abrasión	7	4	2	56	Revisar el estado de las poleas
	Eje de transmisión	Guiar el movimiento de rotación	Movimiento de rotación defectuoso	Exceso de vibración	Rodamientos en mal estado	Desalineación del eje	4	6	3	72	Revisar el estado de los rodamientos
	Rodamientos	Minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Restricción de movimiento en el eje	Aumento de temperatura, vibración y ruido excesivo	Lubricante inadecuado	Perdida de movimiento	4	3	2	24	Se debe lubricar periódicamente
										37	

Tabla 77. Ficha AMFE del compresor de aire

Realizado por:						Hoja N.º					
Revisado por:											
EQUIPO/TAG: Compresor Vertical			CÓDIGO: CABM - 01			FECHA: 07/12/2017					
Sistema	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	NPR	
	Cable de alimentación	Conducir el fluido eléctrico por todo el circuito	No hay fluido eléctrico en el circuito	Cortocircuito	Endurecimiento de la capa aislante del cable	Sistema eléctrico sin circulación de corriente	5	2	1	10	Cambiar cables en mal estado

Tabla 78. Ficha AMFE del compresor de aire (Continuación 1)

ELÉCTRICO	Botonera	Comandar circuitos de control para activar el motor	No comanda los circuitos de control	No se energizan los contactos	Exceso de pulsaciones	Paro total de la moldeadora rotativa	3	2	3	18	Mantenimiento preventivo programado
	Motor	Convertir la energía eléctrica a mecánica para que la máquina funcione	Parada parcial de la máquina	Sobrecalentamiento del motor	Aislamiento del devanado deteriorado	Perdida de potencia	5	4	1	20	Mantenimiento preventivo programado
MECÁNICO	Correa	Transmitir movimiento entre dos elementos.	No transmite movimiento entre dos elementos.	Grietas en la banda	Polea oxidada	Desgaste por abrasión	6	4	2	48	Revisar el estado de la polea
	Manguera de soplado	Salida del aire comprimido	Deficiente salida de aire comprimido	Condensado en el depósito de aire comprimido	Impureza en el depósito de aire	Perdida de presión	5	3	2	30	Tener en cuenta indicaciones de seguridad por parte del fabricante
										25.2	

4.15 Resultados del análisis del método AMFE

Concluido el análisis de los modos de fallos y efectos AMFE, se obtuvo como resultado que el sistema más crítico de los equipos es el mecánico, como se muestra en las Tablas 79 y 80.

Tabla 79. Cuadro de resultados de componentes críticos

EQUIPOS PRODUCTIVOS			
EQUIPO	MOLDEADORA ROTATIVA	CÓDIGO	CAGF – 01
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Eléctrico	Botonera	45	
Mecánico	Cadena	60	
Mecánico	Engranajes	54	
Mecánico	Banda transportadora	56	
EQUIPO	AMASADORA 1	CÓDIGO	CAGF – 02
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Eléctrico	Motor	48	
Mecánico	Banda de transmisión	72	
Mecánico	Rodamientos	60	
Mecánico	Eje de transmisión	50	
EQUIPO	AMASADORA 2	CÓDIGO	CAGF – 03
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Eléctrico	Botonera	42	
Eléctrico	Motor	48	
Mecánico	Banda de transmisión	90	
EQUIPO	MEZCLADORA	CÓDIGO	CAGF – 04
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Mecánico	Cadena de transmisión	48	
Mecánico	Tornillo sin fin – rueda dentada	60	
EQUIPO	EMPASTADORA	CÓDIGO	CAGF – 05
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Mecánico	Banda de transmisión	48	
Mecánico	Rodamientos	36	
EQUIPO	LAMINADORA	CÓDIGO	CAGF – 06
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Mecánico	Banda de transmisión	80	
Mecánico	Rodamientos	63	

Tabla 80. Cuadro de resultados de componentes críticos (Continuación 1)

EQUIPO	HORNO CONTINUO 1	CÓDIGO	CAGF – 07
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Eléctrico	Cableado	45	
Eléctrico	Motor del ventilador	36	
Mecánico	Banda de transmisión	75	
Mecánico	Rodamientos	60	
EQUIPO	HORNO CONTINUO 2	CÓDIGO	CAGF – 08
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Eléctrico	Botonera	90	
Mecánico	Rodamientos	48	
Mecánico	Piñón - Cremallera	72	
EQUIPO	MOLDEADORA DE CHOCOLATIN	CÓDIGO	CACH - 01
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Mecánico	Rodamientos	48	
Mecánico	Piñón – Cremallera	72	
EQUIPO	MEZCLADORA PARA CONFITES	CÓDIGO	CAPC – 01
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Mecánico	Eje principal de transmisión	72	
EQUIPO PERIFÉRICO			
EQUIPO	COMPRESOR DE AIRE	CÓDIGO	CABM – 01
Sistema	Componente	Valor de NPR	
Mecánico	Correa de transmisión	48	
Mecánico	Manguera de soplado	30	

4.16 Elaboración de actividades de mantenimiento basadas en la confiabilidad.

En esta sección se procede a elaborar actividades de mantenimiento industrial que se basan en la confiabilidad con la finalidad de aumentar la disponibilidad de equipos productivos y periféricos, con lo que se tendrá una mejor gestión del mantenimiento, al contar con un plan anual de mantenimiento como se puede apreciar en el ANEXO C. En el formato de las actividades de mantenimiento industrial se propone a la empresa que ejecute las actividades planteadas para los componentes que se consideran críticos según el estudio del método AMFE, la frecuencia con la que se deben realizar las actividades mencionadas es diariamente, semanalmente,

mensualmente, trimestralmente, semestral y anual esto dependerá del tipo de mantenimiento industrial, todo esto para que los equipos tengan una mayor disponibilidad.

También se creó formatos para que registren todo lo relacionada al mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo como se puede apreciar en los ANEXOS C1, C2, C3, C4, C5, C6. Mismos que tratan sobre el reporte de novedad, hoja de vida, solicitud de trabajo de mantenimiento, orden de trabajo, registro de mantenimiento e informe de mantenimiento en estos formatos se registrara información que se obtendrá del dossier de equipos productivo y periféricos, en los casilleros que tienen respuesta establecida se marcara con una equis según sea el tipo de mantenimiento, problema y condición del equipo, en el resto de casilleros se detallara de una manera clara y concisa lo solicitado. Todo esto conlleva a tener una empresa organizada en lo referente a mantenimiento industrial logrando así alargar la vida útil de máquinas para obtener una nueva disponibilidad de los distintos equipos que conforman el área de producción de galletas y confites en la empresa Galcondor Cía. Ltda

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Del análisis de criticidad con el método AMFE en la que se evaluó la frecuencia, gravedad y detectabilidad de fallas, se obtiene los siguientes resultados: en los equipos productivos los elementos más críticos que conforman el sistema mecánico son las bandas y rodamientos que pueden afectar la máquina y por ende se paralizaría la producción, es por eso que se requieren aplicar acciones inmediatas; en lo que respecta al equipo periférico el nivel de prioridad de riesgo afecta solo al equipo y requiere tareas de mantenimiento.
- Se ha concluido que la tasa de fallos de los equipos productivos y periféricos en promedio es de 0,223 fallos/mes, esto representa que las máquinas existentes en el área de producción están en un estado en el cual se necesita realizar un mantenimiento preventivo, con lo cual se alargara la vida útil de las máquinas de la empresa Galcondor Cía. Ltda.
- Luego de desarrollar un estudio de los equipos productivos y periféricos existentes en el área de producción de la empresa Galcondor Cía. Ltda., se concluye que la disponibilidad promedio de toda el área productiva es aproximadamente de un 60,90 % , y que el mínimo valor de disponibilidad se localizó en el compresor de aire con un porcentaje de disponibilidad de 13,2 %, mientras que el valor máximo de disponibilidad lo posee el horno continuo dos con un valor de 80,9 % esto se debe a que en esa zona fabrican la galletas cuadra de vainilla que es la que más acogida tiene en el mercado de consumidores.

- Se establece actividades de mantenimiento para los equipos productivos y periféricos considerados críticos y semicríticos que presentan un nivel de prioridad de riesgo igual o mayor al NPR promediado de todos los elementos que conforman la máquina, en el cual se propone tareas de mantenimiento de carácter preventivo, correctivo y predictivo para cada componente de las máquinas además se estableció formatos que ayudaran en el registro de mantenimiento, todo esto para disminuir el tiempo de paro de las máquinas lo cual beneficia a la empresa Galcondor Cía. Ltda.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el inventario para que se facilite la identificación de cada una de las máquinas, así como la codificación técnica de posibles máquinas que se integren al proceso de producción de galletas y confites.
- Es recomendable recolectar la mayor cantidad de información posible de las máquinas y equipos existentes para conocer de mejor manera su funcionamiento y así saber con detalle las características técnicas de los repuestos utilizados cuando se realiza el mantenimiento.
- Realizar las actividades de mantenimiento establecidas, aplicarlas rigurosamente por el personal encargado del mantenimiento en la empresa Galcondor Cía. Ltda., para alargar la vida útil de esta manera se conseguirá una mejor disponibilidad y confiabilidad, lo cual permitirá realizar tareas de mantenimiento con anticipación para evitar que las máquinas fallen.
- Se recomienda al jefe o personal encargado del mantenimiento que, al momento de realizar la reparación de algún elemento de las máquinas, realice una inspección visual de todos los elementos principales que conforman la máquina y no solo enfocarse en la tarea específica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Amendola, «Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento,» *Klaron*, pp. 1-2, 2003.
- [2] O. G. Palancia, «Sistemas Básicos de Mantenimiento,» de *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*, Bogotá, Ediciones de la U, 2012, pp. 47-78.
- [3] M. Martínez, H. López y A. Martínez, «Evolución del mantenimiento en Cuba y la participación de las universidades en el proceso,» *Cintex*, n° 8, p. 48, 2012.
- [4] W. Olarte, M. Botero y B. Cañon, «Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción,» *Scientia et Technica*, vol. XVI, n° 44, p. 354, 2010.
- [5] J. Rumipamba, «Gestión técnica de riesgos laborales en las áreas del taller del GAD municipal del cantón Riobamba,» Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2017.
- [6] O. Palencia, «Reportero Industrial,» Abril 2014. [En línea]. Available: <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Tendencias-actuales-en-mantenimiento-industrial+97221>. [Último acceso: Martes Octubre 2017].
- [7] O. León, «Estudio del impacto logístico – técnico que genera el mantenimiento predictivo en las PYMES de Milagro, Ecuador,» *Journal of Science and Research*, vol. 1, n° 2, 2016.
- [8] D. Mesa, Y. Ortiz y M. Pimzon, «La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento,» *Ciencia y Tecnología*, vol. XII, n° 30, pp. 155-160, 2006.
- [9] R. Hoyer, «diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las instalaciones de bombeo de agua potable,» Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, 2014.
- [10] A. Mayorga, «Investigación del incremento de productividad en la fábrica de pernos en la empresa Galo G. Orbea O. Cia. Ltda. Mediante el análisis de disponibilidad en las etapas de su proceso productivo,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2017.
- [11] W. y P. Alban, «Programa de mantenimiento para la subestación de la torre de Cali,» Universidad Autónoma de Occidente, Cali, 2011.
- [12] M. Rodríguez, «Modelo de gestión de mantenimiento preventivo y predictivo para las subestaciones de la empresa de energía de Cundinamarca,» Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2009.

- [13] B.-D. Mohammed, U. Kumar y M. Prabhakar, «Maintainability and Availability,» de *Introduction to Maintenance Engineering*, Pondicherry, John Wiley & Sons, 2016, pp. 155-156.
- [14] B. Khatkar, «Soft Wheat Products and Processes,» *HISAR*, vol. 125, nº 001, pp. 3-11, 2006.
- [15] M. d. I. y. Productividad, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 17 Febrero 2014. [En línea]. Available: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/rte_vigente/REGLAMENTOS%2012-02-2014/RTE-151.pdf. [Último acceso: Jueves Marzo 2018].
- [16] L. C. Morrow, *Manual de Mantenimiento Industrial*, México: Continental S. A. , 1973.
- [17] M. Francois, *Teoría y practica del mantenimiento industrial*, Barcelona: Fondeo Masson s.a., 1990.
- [18] C. Parra y A. Crespo, «Introducción al proceso de gestión del mantenimiento,» de *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos*, Sevilla, Ingeman, 2012, pp. 1-3.
- [19] L. Tavares, *Administración moderna de mantenimiento*, Brasil: Novo Polo, 1996.
- [20] M. Tamariz, «Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de mirasol.s.a,» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2014.
- [21] F. R. Sacristán, «El mantenimiento y la informática,» de *Manual del mantenimiento integral en la empresa*, Madrid, Fundación confemetal, 2001, p. 359.
- [22] A. M. Gutiérrez, «Confiabilidad-Mantenibilidad-CMD-Estimación de F(t) y M(t),» de *Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control*, México, Alfaomega, 2009, p. 104.
- [23] F. Monchy, *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*, Barcelona: MASSON S.A., 1990.
- [24] J. G. F. Francisco, *Teoría y practica del mantenimiento industrial avanzado*, Madrid: Fundación Confemetal, 2005.
- [25] B. S. Dhillon, *Engineering Maintenance*, Washington D.C.: CRC Press LLC, 2002.
- [26] «La funcion del mantenimiento,» de *Técnicas de mantenimiento Industrial*, pp. 1-12.

- [27] S. García Garrido, «Análisis de equipos,» de *Organización y gestión integral del mantenimiento*, Madrid, Díaz de Santos S.A., 2003, p. 13.
- [28] F. R. Sacristán, «Sistemas y estudios del mantenimiento preventivo,» de *Mantenimiento total de la producción (TPM): Proceso de implantación y desarrollo*, Madrid, Fundación Confemetal, 2001, p. 199.
- [29] D. Chorlango, «Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para el equipo caminero del ilustre municipio del cantón Pedro Moncayo,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2013.
- [30] S. García, «La función mantenimiento,» de *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, Madrid, Díaz de Santos S.A., 2003, p. 1.
- [31] O. García Palencia, «Gestión del mantenimiento,» Ediciones de la U, Bogotá, 2012.
- [32] L. A. Mora, «Curva de la bañera o de Davies,» de *Mantenimiento - planeación, ejecución y control*, Alfaomega Grupo Editor, 2014, pp. 217-218.
- [33] «Zupermar,» [En línea]. Available:
<https://www.zupermar.com/EC/Ambato/1635916116659106/Galletas-y-Confites-El-C%C3%B3ndor-Galcondor-C%C3%ADa.-Ltda..> [Último acceso: 21 Marzo 2018].

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de la causa raíz para los equipos productivos

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA ROTATIVA		Código: CAGF – 01		Componente: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la moldeadora rotativa no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz	Endurecimiento de la capa aislante del cable			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA ROTATIVA		Código: CAGF – 01		Componente: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la moldeadora rotativa no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz	Exceso de pulsaciones			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA ROTATIVA		Código: CAGF – 01		Componente: Motor
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la moldeadora rotativa no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el motor se sobrecalentó?	¿Por qué la bobina se recalentó?	
El motor no arranca	Sobrecalentamiento excesivo del motor	La bobina se recalentó	El aislamiento del devanado está deteriorado	
Causa Raíz	Aislamiento del devanado deteriorado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA ROTATIVA		Código: CAGF – 01		COMPONENTE: Cadena
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el motor enciende y la máquina no trabaja?	¿Por qué no se mueve el sistema de transmisión?	¿Por qué la cadena no transmite movimiento?	¿Por qué se rompió la cadena?	¿Por qué se produjo fatiga en las placas del eslabón?
El sistema de transmisión no se mueve	La cadena no transmite el movimiento	Se rompió la cadena	Se produjo fatiga en las placas del eslabón	Incorrecto ajuste al momento de templar la cadena
Causa Raíz		Incorrecta calibración al momento de templar la cadena		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA ROTATIVA		Código: CAGF – 01		Componente: Engranajes
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe exceso de ruido en el sistema de transmisión?	¿Por qué la transmisión de movimiento es defectuosa?	¿Por qué existe interferencia en el movimiento angular?	¿Por qué se desgastan los dientes de los engranajes?	¿Por qué se produce fricción entre dientes?
La transmisión de movimiento es defectuosa	Existe interferencia en el movimiento angular	Desgaste en los dientes de los engranajes	Por la fricción entre dientes	Falta de lubricación adecuada
Causa Raíz		Falta de lubricación adecuada		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA ROTATIVA		Código: CAGF – 01		Componente: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz		Lubricante inadecuado		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA ROTATIVA		Código: CAGF – 01		Componente: Lona
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué las galletas de figuras no se desplazan hacia la entrada del horno?	¿Por qué se dañó la banda transportadora?	¿Por qué se rompió la lona?	¿Por qué estaba muy templada?	
Se dañó la banda transportadora	La lona se rompió	Estaba muy templada	Excesivo ajuste en el volante de regulación	
Causa Raíz	Exceso de ajuste en el volante de regulación			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 1		Código: CAGF – 02		COMPONENTE: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la Amasadora uno no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz	Endurecimiento de la capa aislante del cable			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 1		Código: CAGF – 02		COMPONENTE: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la amasadora uno no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz	Exceso de pulsaciones			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 1		Código: CAGF – 02		COMPONENTE: Motor
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la amasadora uno está parada parcialmente?	¿Por qué el motor principal no funciona?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué existe un fallo en una de las fases?	¿Por qué está dañado el contactor?
Porque el motor principal no funciona	El motor no arranca	Existe un fallo en una fase	Contactador dañado	Bobina quemada
Causa Raíz	Bobina quemada			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 1		Código: CAGF – 02		COMPONENTE: Engranajes
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe exceso ruido en el sistema de transmisión?	¿Por qué la transmisión de movimiento es defectuosa?	¿Por qué existe interferencia en el movimiento angular?	¿Por qué se desgastan los dientes de los engranajes?	¿Por qué se produce fricción entre dientes?
La transmisión de movimiento es defectuosa	Existe interferencia en el movimiento angular	Desgaste en los dientes de los engranajes	Por la fricción entre dientes	Falta de lubricación adecuada
Causa Raíz	Falta de lubricación adecuada			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 1		Código: CAGF – 02		COMPONENTE: Banda de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja la amasadora uno?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la banda de transmisión?	
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la banda de transmisión	Hubo un ajuste excesivo en el montaje	
			Desgaste prematuro	¿Por qué hubo desgaste prematuro?
				Oxido en la polea
Causas Raíz	Montaje con ajuste excesivo Oxido en la polea			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 1		Código: CAGF – 02		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz	Lubricante inadecuado			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 1		Código: CAGF – 02		COMPONENTE: Ejes de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe vibración en la amasadora uno?	¿Por qué el eje principal de transmisión está dañado?	¿Por qué el giro del eje es defectuoso?	¿Por qué existe excentricidad en el eje?	¿Por qué el eje esta torcido?
El eje principal de transmisión está dañado	El giro del eje es defectuoso	Existe excentricidad en el eje	El eje esta torcido	Rodamientos en mal estado
Causa Raíz	Rodamientos en mal estado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 2		Código: CAGF – 03		COMPONENTE: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la amasadora dos no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz	Endurecimiento de la capa aislante del cable			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 2		Código: CAGF – 03		COMPONENTE: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la amasadora dos no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz	Exceso de pulsaciones			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 2		Código: CAGF – 03		COMPONENTE: Motor
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la amasadora dos no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el motor se sobrecalentó?	¿Por qué la bobina se recalentó?	
El motor no arranca	Sobrecalentamiento excesivo del motor	La bobina se recalentó	El aislamiento del devanado está deteriorado	
Causa Raíz	Aislamiento del devanado deteriorado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 2		Código: CAGF – 03		COMPONENTE: Engranajes
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe exceso ruido en el sistema de transmisión?	¿Por qué la transmisión de movimiento es defectuosa?	¿Por qué existe interferencia en el movimiento angular?	¿Por qué se desgastan los dientes de los engranajes?	¿Por qué se produce fricción entre dientes?
La transmisión de movimiento es defectuosa	Existe interferencia en el movimiento angular	Desgaste en los dientes de los engranajes	Por la fricción entre dientes	Falta de lubricación adecuada
Causa Raíz	Falta de lubricación adecuada			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 2		Código: CAGF – 03		COMPONENTE: Banda de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja la amasadora dos ?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la banda de transmisión?	
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la banda de transmisión	Hubo un ajuste excesivo en el montaje	
			Desgaste prematuro	¿Por qué hubo desgaste prematuro?
				Oxido en la polea
Causa Raíz	Montaje con ajuste excesivo Oxido en la polea			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 2		Código: CAGF – 03		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz	Lubricante inadecuado			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: AMASADORA 2		Código: CAGF – 03		COMPONENTE: Ejes de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe patinado en el eje de transmisión?	¿Por qué falla en el eje de transmisión?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué presentan vibración axial?	¿Por qué están desalineados los rodamientos?
Falla en el eje de transmisión	Los rodamientos están dañados	Presentan vibración axial	Están desalineados los rodamientos	Juego interno
Causa Raíz	Juego interno			

Máquina: MEZCLADORA		Código: CAGF – 04		COMPONENTE: Cableado	
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la mezcladora no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?	
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable	
Causa Raíz		Endurecimiento de la capa aislante del cable			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

Máquina: MEZCLADORA		Código: CAGF – 04		COMPONENTE: Botonera	
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la mezcladora no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?	
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones	
Causa Raíz		Exceso de pulsaciones			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

Máquina: MEZCLADORA		Código: CAGF – 04		COMPONENTE: Motor	
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la mezcladora no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el motor se sobrecalentó?	¿Por qué la bobina se recalentó?		
El motor no arranca	Sobrecalentamiento excesivo del motor	La bobina se recalentó	El aislamiento del devanado está deteriorado		
Causa Raíz		Aislamiento del devanado deteriorado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA		Código: CAGF – 04		COMPONENTE: Cadena
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el motor enciende y la máquina no trabaja?	¿Por qué no se mueve el sistema de transmisión?	¿Por qué la cadena no transmite movimiento?	¿Por qué se rompió la cadena?	¿Por qué se produjo fatiga en las placas del eslabón?
El sistema de transmisión no se mueve	La cadena no transmite el movimiento	Se rompió la cadena	Se produjo fatiga en las placas del eslabón	Incorrecta calibración al momento de templar la cadena
Causa Raíz	Incorrecta calibración al momento de templar la cadena			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA		Código: CAGF – 04		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz	Lubricante inadecuado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA		Código: CAGF – 04		COMPONENTE: Tornillo sin fin –rueda dentada
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe un movimiento defectuoso en el tornillo sin fin-rueda dentada?	¿Por qué está dañado el tornillo sin fin?	¿Por qué no engrana a la rueda dentada?	¿Por qué la rosca del tornillo sin fin esta desgastada?	
El tornillo sin fin está dañado	No engrana a la rueda dentada	La rosca del tornillo sin fin esta desgastada	Falta de lubricación	
Causa Raíz	Falta de lubricación			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: EMPASTADORA		Código: CAGF – 05		COMPONENTE: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la empastadora no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz		Endurecimiento de la capa aislante del cable		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: EMPASTADORA		Código: CAGF – 05		COMPONENTE: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la empastadora no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz		Exceso de pulsaciones		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: EMPASTADORA		Código: CAGF – 05		COMPONENTE: Motor
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la empastadora no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el motor se sobrecalentó?	¿Por qué la bobina se recalentó?	
El motor no arranca	Sobrecalentamiento excesivo del motor	La bobina se recalentó	El aislamiento del devanado está deteriorado	
Causa Raíz		Aislamiento del devanado deteriorado		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: EMPASTADORA		Código: CAGF – 05		COMPONENTE: Banda de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja la empastadora?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la banda de transmisión?	¿Por qué hubo desgaste prematuro?
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la banda de transmisión	Desgaste prematuro	Oxido en la polea
Causa Raíz		Oxido en la polea		
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: EMPASTADORA		Código: CAGF – 05		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz		Lubricante inadecuado		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: EMPASTADORA		Código: CAGF – 05		COMPONENTE: Eje de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe vibración en la empastadora ?	¿Por qué el eje principal de transmisión está dañado?	¿Por qué el giro del eje es defectuoso?	¿Por qué existe excentricidad en el eje?	¿Por qué el eje esta torcido?
El eje principal de transmisión está dañado	El giro del eje es defectuoso	Existe excentricidad en el eje	El eje esta torcido	Rodamientos en mal estado
Causa Raíz		Rodamientos en mal estado		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: LAMINADORA		Código: CAGF – 06		COMPONENTE: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la laminadora no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz	Endurecimiento de la capa aislante del cable			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: LAMINADORA		Código: CAGF – 06		COMPONENTE: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la laminadora no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz	Exceso de pulsaciones			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: LAMINADORA		Código: CAGF – 06		COMPONENTE: Motor
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la laminadora está parada parcialmente?	¿Por qué el motor no funciona?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el contactor no se acciona?	¿Por qué existe falla en la salida de relé del Logo?
Porque el motor no funciona	El motor no arranca	No se acciona el contactor	Falla en la salida de relé del Logo	Cableado mal ajustado
Causa Raíz	Cableado mal ajustado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: LAMINADORA		Código: CAGF – 06		COMPONENTE: Banda de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja la laminadora?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la banda de transmisión?	
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la banda de transmisión	Hubo un ajuste excesivo en el montaje	
Causa Raíz		Montaje con ajuste excesivo		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: LAMINADORA		Código: CAGF – 06		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz		Lubricante inadecuado		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: LAMINADORA		Código: CAGF – 06		COMPONENTE: Eje de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe vibración en la laminadora?	¿Por qué el eje principal de transmisión está dañado?	¿Por qué el giro del eje es defectuoso?	¿Por qué existe excentricidad en el eje?	¿Por qué el eje esta torcido?
El eje principal de transmisión está dañado	El giro del eje es defectuoso	Existe excentricidad en el eje	El eje esta torcido	Rodamientos en mal estado
Causa Raíz		Rodamientos en mal estado		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el horno continuo uno no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz		Endurecimiento de la capa aislante del cable		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el horno continuo uno no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz		Exceso de pulsaciones		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Motor del ventilador
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el motor del ventilador no funciona?	¿Por qué no crea una corriente de aire?	¿Por qué las hélices no se mueven?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué se produjo un sobrecalentamiento?
No crea una corriente de aire	Las hélices no se mueven	El motor no arranca	Se produjo un sobrecalentamiento	El rotor está deteriorado
Causa Raíz		Rotor deteriorado		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Contactor del motor
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué se detuvo la banda transportadora?	¿Por qué el motor no se mueve?	¿Por qué no llega corriente eléctrica al motor?	¿Por qué el contactor no permite el paso de corriente?	¿Por qué el contactor está dañado?
El motor no se mueve	No llega corriente eléctrica al motor	El contactor no permite el paso de corriente	Contactor dañado	Cortocircuito
Causa Raíz	Cortocircuito			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Banda de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja el horno continuo uno?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la banda de transmisión?	
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la banda de transmisión	Hubo un ajuste excesivo en el montaje	
Causa Raíz	Montaje con ajuste excesivo			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz	Lubricante inadecuado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Ejes de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe vibración en la banda del horno continuo uno?	¿Por qué el eje principal de transmisión está dañado?	¿Por qué el giro del eje es defectuoso?	¿Por qué existe excentricidad en el eje?	¿Por qué el eje esta torcido?
El eje principal de transmisión está dañado	El giro del eje es defectuoso	Existe excentricidad en el eje	El eje esta torcido	Rodamientos en mal estado
Causa Raíz	Rodamientos en mal estado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 1		Código: CAGF – 07		COMPONENTE: Engranajes
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe exceso ruido en el sistema de transmisión?	¿Por qué la transmisión de movimiento es defectuosa?	¿Por qué existe interferencia en el movimiento angular?	¿Por qué se desgastan los dientes de los engranajes?	¿Por qué se produce fricción entre dientes?
La transmisión de movimiento es defectuosa	Existe interferencia en el movimiento angular	Desgaste en los dientes de los engranajes	Por la fricción entre dientes	Falta de lubricación adecuada
Causa Raíz	Falta de lubricación adecuada			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 2		Código: CAGF – 08		COMPONENTE: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el horno continuo dos no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz	Endurecimiento de la capa aislante del cable			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 2		Código: CAGF – 08		COMPONENTE: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el horno continuo dos no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz		Exceso de pulsaciones		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 2		Código: CAGF – 08		COMPONENTE: Engranajes
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe exceso ruido en el sistema de transmisión?	¿Por qué la transmisión de movimiento es defectuosa?	¿Por qué existe interferencia en el movimiento angular?	¿Por qué se desgastan los dientes de los engranajes?	¿Por qué se produce fricción entre dientes?
La transmisión de movimiento es defectuosa	Existe interferencia en el movimiento angular	Desgaste en los dientes de los engranajes	Por la fricción entre dientes	Falta de lubricación adecuada
Causa Raíz		Falta de lubricación adecuada		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 2		Código: CAGF – 08		COMPONENTE: Cadena
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el motor enciende y la máquina no trabaja?	¿Por qué no se mueve el sistema de transmisión?	¿Por qué la cadena no transmite movimiento?	¿Por qué se rompió la cadena?	¿Por qué se produjo fatiga en las placas del eslabón?
El sistema de transmisión no se mueve	La cadena no transmite el movimiento	Se rompió la cadena	Se produjo fatiga en las placas del eslabón	Incorrecta calibración al momento de templar la cadena
Causa Raíz		Incorrecta calibración al momento de templar la cadena		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 2		Código: CAGF – 08		COMPONENTE: Motor de la banda transportadora de latas
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la banda transportadora se detuvo?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el motor se sobrecalentó?	¿Por qué la bobina se recalentó?	
El motor no arranca	Sobrecalentamiento excesivo del motor	La bobina se recalentó	El aislamiento del devanado está deteriorado	
Causa Raíz	Aislamiento del devanado deteriorado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 2		Código: CAGF – 08		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz	Lubricante inadecuado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: HORNO CONTINUO 2		Código: CAGF – 08		COMPONENTE: Banda de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja el horno continuo dos?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la banda de transmisión?	¿Por qué hubo desgaste prematuro?
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la banda de transmisión	Desgaste prematuro	Oxido en la polea
Causa Raíz	Oxido en la polea			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA DE CHOCOLATIN		Código: CACH – 01		COMPONENTE: Engranajes
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe exceso de ruido en el sistema de transmisión?	¿Por qué la transmisión de movimiento es defectuosa?	¿Por qué existe interferencia en el movimiento angular?	¿Por qué se desgastan los dientes de los engranajes?	¿Por qué se produce fricción entre dientes?
La transmisión de movimiento es defectuosa	Existe interferencia en el movimiento angular	Desgaste en los dientes de los engranajes	Por la fricción entre dientes	Falta de lubricación
Causa Raíz	Falta de lubricación			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA DE CHOCOLATIN		Código: CACH – 01		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz	Lubricante inadecuado			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA DE CHOCOLATIN		Código: CACH – 01		COMPONENTE: Ejes de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe vibración en la moldeadora de chocolate?	¿Por qué el eje principal de transmisión está dañado?	¿Por qué el giro del eje es defectuoso?	¿Por qué existe excentricidad en el eje?	¿Por qué el eje está torcido?
El eje principal de transmisión está dañado	El giro del eje es defectuoso	Existe excentricidad en el eje	El eje está torcido	Rodamientos en mal estado
Causa Raíz	Rodamientos en mal estado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MOLDEADORA DE CHOCOLATIN		Código: CACH – 01		COMPONENTE: Piñón Cremallera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe un movimiento defectuoso en el desplazamiento de la mesa de trabajo	¿Por qué el mecanismo piñón-cremallera esta defectuoso?	¿Por qué está dañado el tornillo sin fin?	¿Por qué no engrana a la cremallera?	¿Por qué los dientes del piñón están desgastados?
El mecanismo piñón-cremallera esta defectuoso	Está dañado el piñón	No engrana a la cremallera	Los dientes del piñón están desgastados	Falta de lubricación
Causa Raíz		Falta de lubricación		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA PARA CONFITES		Código: CAPC – 01		COMPONENTE: Cableado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la mezcladora para confites no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz		Endurecimiento de la capa aislante del cable		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA PARA CONFITES		Código: CAPC – 01		COMPONENTE: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la mezcladora para confites no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz		Exceso de pulsaciones		

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA PARA CONFITES		Código: CAPC – 01		COMPONENTE: Banda de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja la mezcladora para confites?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la banda de transmisión?	
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la banda de transmisión	Hubo un ajuste excesivo en el montaje	
			Desgaste prematuro	¿Por qué hubo desgaste prematuro?
				Oxido en la polea
Causa Raíz	Montaje con ajuste excesivo Oxido en la polea			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA PARA CONFITES		Código: CAPC – 01		COMPONENTE: Ejes de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe vibración en la mezcladora para confites?	¿Por qué el eje principal de transmisión está dañado?	¿Por qué el giro del eje es defectuoso?	¿Por qué existe excentricidad en el eje?	¿Por qué el eje esta torcido?
El eje principal de transmisión está dañado	El giro del eje es defectuoso	Existe excentricidad en el eje	El eje esta torcido	Rodamientos en mal estado
Causa Raíz	Rodamientos en mal estado			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: MEZCLADORA PARA CONFITES		Código: CAPC – 01		COMPONENTE: Rodamientos
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué existe restricción de movimiento en los ejes?	¿Por qué los rodamientos están dañados?	¿Por qué no reducen la fricción?	¿Por qué existe fatiga superficial?	¿Por qué se forma la grieta bajo la superficie de contacto?
Los rodamientos están dañados	No cumplen la función de reducir la fricción	Existe fatiga superficial	Formación de una grieta bajo la superficie de contacto	Lubricante inadecuado
Causa Raíz	Lubricante inadecuado			

ANEXO B. Análisis de la causa raíz para el equipo periférico

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: COMPRESOR VERTICAL		Código: CABM - 01		Componente: Cable de alimentación
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el compresor vertical no enciende?	¿Por qué el sistema eléctrico no funciona?	¿Por qué no hay flujo de corriente eléctrica?	¿Por qué se produjo el cortocircuito en una de las líneas?	¿Por qué están en mal estado los cables eléctricos?
El sistema eléctrico no funciona	No hay flujo de corriente eléctrica	Se produjo un cortocircuito en una de las líneas	Cables eléctricos están en mal estado	Endurecimiento de la capa aislante del cable
Causa Raíz	Endurecimiento de la capa aislante del cable			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: COMPRESOR VERTICAL		Código: CABM - 01		Componente: Botonera
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el compresor vertical no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el pulsador de accionamiento no funciona?	¿Por qué los contactos no se energizan?	¿Por qué el resorte interno se quebró?
El motor no arranca	El pulsador de accionamiento del motor no funciona	No se energizan los contactos	Resorte interno quebrado	Exceso de pulsaciones
Causa Raíz	Exceso de pulsaciones			
ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: COMPRESOR VERTICAL		Código: CABM - 01		Componente: Motor
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el compresor vertical no enciende?	¿Por qué el motor no arranca?	¿Por qué el motor se sobrecalentó?	¿Por qué la bobina se recalentó?	
El motor no arranca	Sobrecalentamiento excesivo del motor	La bobina se recalentó	El aislamiento del devanado está deteriorado	
Causa Raíz	Aislamiento del devanado deteriorado			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: COMPRESOR VERTICAL		Código: CABM - 01		Componente: Manguera de soplado
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué la presión disminuye a la salida?	¿Por qué el compresor tiene baja presión?	¿Por qué el compresor no entra en carga?	¿Por qué no existe una gran demanda de aire comprimido?	
El compresor tiene baja presión	El compresor no entra en carga	No existe una gran demanda de aire comprimido	Existe impureza en el depósito de aire	
Causa Raíz	Impureza en el depósito de aire			

ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ				
Máquina: COMPRESOR VERTICAL		Código: CABM - 01		COMPONENTE: Correa de transmisión
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué no trabaja el conjunto de bomba?	¿Por qué el sistema de transmisión está dañado?	¿Por qué no existe movimiento en el sistema de transmisión?	¿Por qué se rompió la correa de transmisión?	¿Por qué hubo desgaste prematuro?
Porque el sistema de transmisión está dañado	No existe movimiento en el sistema de transmisión	Rotura en la correa de transmisión	Desgaste prematuro	Polea oxidada
Causas Raíz	Polea oxidada			

ANEXO N1. REPORTE DE NOVEDAD

Reporte N°.		Área			Fecha				
Máquina/Equipo		Marca	Modelo		Código				
MANTENIMIENTO			PROBLEMA				CONDICIÓN		
Preventivo	Correctivo	Predictivo	Mecánico	Eléctrico	Neumático	Otro	Crítica	Media	Normal
Descripción general del fallo/avería									
<hr/> <hr/> <hr/>									
OBSERVACIONES:									
<hr/> <hr/>									
Ejecutó		Revisó		Aprobó					

ANEXO N2. HOJA DE VIDA

Máquina – Equipo		Área			Marca										
Modelo			Código												
Fecha	Localización de la avería						Orden N°.	Tipo de MTTO			Descripción del trabajo	Horas máquina parada	Costo mano de obra	Costo repuestos	Costo total
	A	B	C	D	E	F		1	2	3					

CONVENCIONES TÉCNICAS
A: Mecánico **1:** Mantenimiento Preventivo
B: Eléctrico **2:** Mantenimiento Correctivo
C: Electrónico **3:** Mantenimiento Predictivo
D: Neumático
E: Hidráulico
F: Otro

ANEXO N3. SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Solicitud N°.				Área				Fecha			
Máquina - equipo				Marca			Modelo			Código	
MANTENIMIENTO			PROBLEMA				CONDICIÓN				
Preventivo	Correctivo	Predictivo	Mecánico	Eléctrico	Neumático	Otro	Critica	Media	Normal		
Servicio solicitado		Solicitante	Responsable	Descripción del trabajo							
Revisión											
Ajuste											
Desmontaje											
Reparación											
Lubricación											
Adecuación											
Pintura											
Limpieza											
Observaciones											

Ejecutó				Revisó				Aprobó			

ANEXO N4. ORDEN DE TRABAJO

Orden de trabajo N°.		Solicitud N°.		Fecha		Área			
Máquina - Equipo		Marca		Modelo		Código			
MANTENIMIENTO			PROBLEMA			PRIORIDAD			
Preventivo	Correctivo	Predictivo	Mecánico	Eléctrico	Neumático	Otro	Baja	Media	Alta
Fecha de inicio			Fecha de culminación						
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				COSTOS DE MANTENIMIENTO					
				Mano de obra		Repuestos requeridos			
				Horas	Costo total	Cantidad	Descripción	Costo total	
Observaciones:									

Solicitado por				Autorizado por					

ANEXO N5. REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Nombre del equipo:						Área :			
Marca				Modelo			Código		
MTTO. C	MTTO. PV	MTTO. PD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA				Persona encargada del mantenimiento / Nombre del profesional	Fecha	
<p>Convecciones técnicas MTTO. C: Mantenimiento correctivo MTTO. PV: Mantenimiento preventivo MTTO. PD: Mantenimiento predictivo</p>									
<p>OBSERVACIONES:</p> <hr/> <hr/>									

ANEXO N6. INFORME DE MANTENIMIENTO

Informe N°-		Área		Fecha					
Máquina - Equipo		Marca	Modelo			Código			
MANTENIMIENTO			PROBLEMA			CONDICIÓN			
Preventivo	Correctivo	Predictivo	Mecánico	Eléctrico	Neumático	Otro	Critica	Media	Normal
Fecha ejecución:					Fecha finalización:				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO REALIZADAS									
Observaciones									
<hr/> <hr/>									
Ejecutado por						Recibido por			

