



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PROGRAMADO PARA LA EMPRESA DE
LÁCTEOS CAMPO FINO DE LA CIUDAD DE SALCEDO
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO
CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD.”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR:

JHONNATAN PATRICIO FALA LEÓN

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PROGRAMADO PARA LA EMPRESA DE
LÁCTEOS CAMPO FINO DE LA CIUDAD DE SALCEDO
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO
CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD.”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR: JHONNATAN PATRICIO FALA LEÓN

DIRECTOR: ING. CÉSAR MARCELO GALLEGOS LONDOÑO

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Jhonnatan Patricio Fala León**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Jhonnatan Patricio Fala León, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 7 de marzo de 2022.



.....
Jhonnatan Patricio Fala León

0603950379-

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de integración curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo Proyecto Técnico, **DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO PARA LA EMPRESA DE LÁCTEOS CAMPO FINO DE LA CIUDAD DE SALCEDO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD**, realizado por el señor: **JHONNATAN PATRICIO FALA LEÓN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

Ing. Marco Antonio Ordoñez Viñan
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

FIRMA



FECHA

2022-03-07

Ing. César Marcelo Gallegos Londoño
DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2022-03-07

Ing. José Antonio Granizo. PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



2022-03-07

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia, y a mis maestros que han contribuido en mi formación profesional, han sido fuente de inspiración para poder hacer frente cada adversidad presentada en mi camino estudiantil y cumplir esta meta importante en mi vida.

Jhonnatan

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme dado la oportunidad de estudiar u profesión, y hacerme dar cuenta lo importante que es el estudio para el crecimiento y desarrollo de nuestro país y el mundo.

A mi madre María León, que ha sido un pilar fundamental de apoyo incondicional para poder concluir una nueva meta; a toda mi familia por el cariño, apoyo y comprensión.

A mis queridos maestros, que aportaron con sus conocimientos para poder tener una buena formación y ser una persona útil para la sociedad.

Jhonnatan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Definición del problema.....	3
1.3 Justificación e importancia.....	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	6
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	6

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Generalidades de la producción lechera.....	7
2.1.1 <i>Antecedentes de la producción lechera en el Ecuador.</i>	7
2.1.2 <i>Antecedentes de la pasteurización.</i>	7
2.1.3 <i>Leche.</i>	7
2.1.4 <i>Derivados lácteos.</i>	8
2.2 Líneas de producción.....	8
2.3 Recepción y procesos térmicos de la leche.....	8
2.4 Sistemas y Equipos de la industria láctea.....	9
2.4.1 <i>Válvulas</i>	11
2.5 Higiene y seguridad.....	11
2.5.1 <i>Buenas prácticas de manufactura</i>	12
2.5.2 <i>Seguridad industrial.</i>	12
2.5.3 <i>Identificación de aspectos Ambientales.</i>	12
2.6 Auditoria del mantenimiento.....	13

2.7	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	16
2.7.1	<i>Inventario de equipos.....</i>	17
2.7.2	<i>Análisis de criticidad de los Equipos</i>	18
2.7.3	<i>RCM: siete preguntas.....</i>	20
2.8	Inicio y Planificación	20
2.8.1	<i>Contexto operacional</i>	20
2.8.2	<i>Funciones.....</i>	21
2.8.3	<i>Fallos funcionales.....</i>	21
2.9.	Análisis de modos de falla, efectos y consecuencias.....	23
2.9.1	<i>Modos de fallos.</i>	22
2.9.2	<i>Efectos de fallos.</i>	22
2.9.3	<i>Consecuencia de los fallos</i>	23
2.9.4	<i>Hoja de información</i>	23
2.10	Selección de tareas	23
2.10.1	<i>Hoja de decisión y diagrama de decisión.....</i>	25
2.10.2	<i>Identificación tareas proactivas</i>	25
2.10.3	<i>Acciones a la falta de tareas proactivas</i>	26
2.10.4	<i>Frecuencias de las tareas</i>	26
2.10.5	<i>Agrupación de tareas en rutinas.....</i>	28
2.11	Documentos del mantenimiento	28
2.12	Indicadores de mantenimiento	29
2.13	Logística y programación de las tareas de mantenimiento:	30
2.13.1	<i>Cálculo de la mano de obra de mantenimiento</i>	30

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD.....	31
3.1	Evaluación de la gestión de mantenimiento	31
3.1.1	<i>Comunicación de evaluación del mantenimiento.....</i>	31
3.1.2	<i>Preparación de actividades de evaluación.</i>	32
3.1.3	<i>Ejecución de la evaluación</i>	32
3.1.4	<i>Conclusiones y Representación gráfica.....</i>	37
3.1.5	<i>Elaboración del informe final de auditoria</i>	40
3.2	Listado y codificación de equipos	41
3.3	Análisis de criticidad de los equipos.....	43
3.4	Determinación del contexto operacional de los sistemas críticos	45

3.4.1	<i>Fichas técnicas por sistemas</i>	46
3.4.2	<i>Contexto operacional de sistemas críticos</i>	48
3.5	Elaboración de las hojas de información por sistema	49
3.6	Elaboración de las hojas de decisión en base al diagrama de decisión	55
3.7	Frecuencias de las tareas	58
3.8	Agrupación de tareas en rutinas	65
3.9	Elaborar los documentos necesarios para el mantenimiento	65
3.10	Indicadores de mantenimiento	72
3.10.1	<i>Cálculo de Indicadores</i>	73
3.10.2	<i>Gráficos de los indicadores, cálculos de límites y metas</i>	73

CAPÍTULO IV

4.	DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO Y SU LOGISTICA	77
4.1	Resultado del análisis de criticidad	77
4.2	Costo de mano de obra de mantenimiento	78
4.3	Desarrollo de la logística por tarea de mantenimiento, recursos y repuestos	80
4.4	Criticidad de repuestos	87
4.5	Propuesta de una matriz de mantenimiento para la empresa Campo Fino	95
4.6	Capacitación del programa de mantenimiento preventivo programado	95
4.6.1	<i>Evaluación de la gestión de mantenimiento</i>	95
4.6.2	<i>Comunicación de la capacitación del mantenimiento</i>	96
4.6.3	<i>Preparación de actividades de capacitación</i>	96
4.6.4	<i>Ejecución de la capacitación</i>	97
4.6.5	<i>Conclusiones de la capacitación</i>	99

CONCLUSIONES	101
--------------	-------	-----

RECOMENDACIONES	102
-----------------	-------	-----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: componentes principales de la leche.	8
Tabla 2-2: Líneas de producción	8
Tabla 3-2: Recepción y procesos térmicos de la leche	9
Tabla 4-2: Tipos de válvulas	11
Tabla 5-2: Aspectos Ambientales.....	13
Tabla 6-2: Procedimientos específicos de evaluación	14
Tabla 7-2: Atributos de la mantenibilidad.....	14
Tabla 8-2: Atributos generales de evaluación	15
Tabla 9-2: Atributos específicos de evaluación	15
Tabla 10-2: Niveles de mantenimiento.....	16
Tabla 11-2: Encuesta de mantenimiento Campo Fino.....	16
Tabla 12-2: Niveles taxonómicos	17
Tabla 13-2: Estructura de codificación de la empresa Campo Fino	18
Tabla 14-2: Metodologías para el análisis de criticidad	18
Tabla 15-2: Factores de criticidad total por riesgo	19
Tabla 16-2: Matriz de Criticidad total por riesgo	19
Tabla 17-2: Preguntas básicas del RCM	20
Tabla 18-2: Contexto Operacional	20
Tabla 19-2: Funciones.....	21
Tabla 20-2: Modos de falla tradicionales	22
Tabla 21-2: Efectos de los fallos	23
Tabla 22-2: Consecuencias de los fallos	23
Tabla 23-2: Hoja de Información	23
Tabla 24-2: Hoja de decisión	25
Tabla 25-2: Tareas proactivas	25
Tabla 26-2: Acciones a la falta de tareas.....	26
Tabla 27-2: Criterios para determinar las frecuencias de tareas.	26
Tabla 28-2: Ecuaciones para diversas distribuciones de probabilidad.....	27
Tabla 29-2: Ecuaciones de los parámetros de las distribuciones	27
Tabla 30-2: Notación de las políticas	28
Tabla 31-2: Agrupación de las tareas, gamas y rutas de mantenimiento	28
Tabla 32-2: Indicadores del mantenimiento	29
Tabla 1-3: Plan de auditoría	32
Tabla 2-3: Reunión de apertura de auditoría	33

Tabla 3-3: Cronograma de actividades de auditoría	33
Tabla 4-3: Porcentaje de tareas de mantenimiento Campo Fino.....	34
Tabla 5-3: Evaluación de atributos generales de la empresa Campo Fino.	34
Tabla 6-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 1	35
Tabla 7-3: Indicador de mantenimiento específico a nivel 2	35
Tabla 8-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 3	36
Tabla 9-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 4	36
Tabla 10-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 5	37
Tabla 11-3: Acta de Reunión de cierre de auditoría	38
Tabla 12-3: Resultado de la evaluación de indicadores y conformidades.....	38
Tabla 13-3: Documentos auditados.....	40
Tabla 14-3: Hoja preliminar de resumen de auditoria	40
Tabla 15-3: Áreas de la procesadora de lácteos.....	41
Tabla 16-3: Ejemplo de codificación área de generación de vapor	43
Tabla 17-3: Ejemplo de sistemas de acuerdo a su criticidad	43
Tabla 18-3: Análisis de Criticidad por sistemas de la empresa Campo Fino: hoja 1 de 6.....	44
Tabla 19-3: Ejemplo de criticidad de sistemas	45
Tabla 20-3: Ficha técnica por sistemas	46
Tabla 21-3: Ficha técnica del clarificador CL01	47
Tabla 22-3: Contexto operacional del homogeneizador 2	48
Tabla 23-3: Contexto operacional del caldero 2.....	49
Tabla 24-3: Hoja de información 1 de homogeneizador HM02	50
Tabla 25-3: Hoja de información 2 de homogeneizador HM01	51
Tabla 26-3: Hoja de información 3 de homogeneizador HM01	52
Tabla 27-3: Hoja de información 4 del homogeneizador HM02	53
Tabla 28-3: Hoja de información 5 del homogeneizador HM02	54
Tabla 29-3: Hoja de decisión 1 del Homogeneizador HM02	55
Tabla 30-3: Hoja de decisión 2 del Homogeneizador HM02	56
Tabla 31-3: Historial de parada del homogeneizador 2	57
Tabla 32-3: Historial de fallos del grupo de bombeo.	58
Tabla 33-3: Distribuciones resultantes	58
Tabla 34-3: Test de K-S de la distribución Exponencial	59
Tabla 35-3: Test de K-S de la distribución Weibull	59
Tabla 36-3: Test de K-S de la distribución Normal.....	59
Tabla 37-3: Test de K-S de la distribución Gamma.	60
Tabla 38-3: Niveles de significancia del test de Kolmogorov Smirnov.....	61
Tabla 39-3: Resumen del test K-S valúe.	61

Tabla 40-3: Distribución de probabilidad Gamma.	62
Tabla 41-3: Costo del modo de falla 1A1 con mantenimiento correctivo.	62
Tabla 42-3: Costo del modo de falla 1A1 con mantenimiento preventivo.....	63
Tabla 43-3: Costo esperado en la semana	64
Tabla 44-3: Rutinas del mantenimiento del homogeneizador 2.....	65
Tabla 45-3: Modelo de orden de trabajo	66
Tabla 46-3: Modelo de control de operación vehículos.....	67
Tabla 47-3: Modelo de historial de paradas de los vehículos.	68
Tabla 48-3: Modelo de historial de averías para activos en general.	69
Tabla 49-3: Control de número de horas trabajadas.	70
Tabla 50-3: Modelo de egreso de bodega.....	71
Tabla 51-3: Solicitud de trabajo	71
Tabla 52-3: Historial de fallos del homogeneizador 2 del año 2020.....	72
Tabla 53-3: Cálculo de indicadores	73
Tabla 54-3: Cálculo de límites y metas de los indicadores básicos.	74
Tabla 1-4: Ítems críticos de la empresa Campo Fino.....	77
Tabla 2-4: Ítems de criticidad media de la empresa Campo Fino.....	77
Tabla 3-4: Ítems no críticos de la empresa Campo Fino.....	78
Tabla 4-4: Salarios del personal de mantenimiento	78
Tabla 5-4: Componentes salariales y costo de hora hombre de mantenimiento.....	79
Tabla 6-4: mano de obra de mantenimiento correctivo	79
Tabla 7-4: Logística de las tareas de mantenimiento.....	81
Tabla 8-4: Hoja 2 de la logística por tareas	82
Tabla 9-4: Hoja 3 de la logística por tareas.	83
Tabla 10-4: Hoja 4 de la logística por tareas.	84
Tabla 11-4: Hoja 5 de la logística por tareas.	85
Tabla 12-4: Hoja 6 de la logística por tareas.	86
Tabla 13-4: Producción semanal en ventas	87
Tabla 14-4: Pérdidas que generan los equipos en las distintas áreas por improductividad	87
Tabla 15-4: Hoja 1 de análisis de criticidad de repuestos.....	88
Tabla 16-4: Hoja 2 de criticidad de repuestos	89
Tabla 17-4: Matriz de criticidad RCC	90
Tabla 18-4: repuestos críticos de los homogeneizadores	90
Tabla 19-4: Repuestos críticos de los calderos.....	91
Tabla 20-4: Repuestos críticos del sistema de alimentación de combustible.....	91
Tabla 21-4: repuestos críticos de los clarificadores.....	91
Tabla 22-4: Repuestos y cantidades	91

Tabla 23-4: Otros insumos y repuestos	93
Tabla 24-4: Listado de insumos tribológicos.....	93
Tabla 25-4: Memorándum de capacitación	96
Tabla 26-4: Plan de capacitación.....	97
Tabla 27-4: Reunión de iniciación de capacitación	98
Tabla 28-4: Cronograma de actividades de auditoría	98
Tabla 29-4: Acta de Reunión de cierre de capacitación.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación de la empresa láctea Campo Fino.....	3
Figura 1-2: Equipos utilizados para la producción de lácteos.	9
Figura 2-2: Elementos de una función.....	21
Figura 3-2. Descripción del modo de fallo	22
Figura 4-2: Diagrama de decisión	10
Figura 5-2: Flujo de la orden de trabajo y documentos asociados.....	29
Figura 1-3: Contacto inicial con el auditado	31
Figura 1-3: Lay out Campo Fino.....	42
Figura 1-4: Tabla para elegir el sistema hidráulico y tamaño de filtro adecuado.	94
Figura 2-4: Tabla de código de limpieza.....	95
Figura 3-4: Flujo de documentos del mantenimiento	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Indicadores de mantenibilidad específica de la empresa Campo Fino	39
Gráfico 2-3: Gráficas de $F(t)$ de las distribuciones teóricas vs empíricas	60
Gráfico 3-3: Semana óptima para ejecutar el mantenimiento	64
Gráfico 4-3: Gráfico de tiempos de funcionamiento y no funcionamiento	72
Gráfico 5-3: Gráfico de tiempos de funcionamiento y tiempos de mantenimiento correctivo ...	72
Gráfico 6-3: Indicador de TMEF del homogeneizador 2.....	74
Gráfico 7-3: Indicador de tiempo medio para reparar.....	75
Gráfico 8-3: Indicador de disponibilidad.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	INFORME DE ENCUESTA DE EVALUACIÓN
ANEXO B:	INVENTARIO TÉCNICO DE ACTIVOS
ANEXO C:	ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR SISTEMAS
ANEXO D:	FICHAS TÉCNICAS POR SISTEMAS
ANEXO E:	CONTEXTO OPERACIONAL
ANEXO F:	HOJAS DE INFORMACIÓN POR SISTEMAS
ANEXO G:	HOJAS DE DECISIÓN POR SISTEMAS
ANEXO H:	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS

RESUMEN

En el presente trabajo se propone un estudio centrado en la fiabilidad, aplicado a los sistemas críticos de la empresa de lácteos Campo Fino, ubicado en el barrio Rumipamba de Navas de la ciudad de Salcedo - Cotopaxi, empresa dedicada a la compra, producción y comercialización de productos derivados de la leche. Se elaboró una prueba de conformidad cuantitativa, determinando que el mantenimiento se encuentra con una puntuación de 1.38, a 2,7 puntos, con respecto al grado máximo de importancia que es 4 según la norma UNE 150001, de acuerdo a la mantenibilidad a cada nivel de intervención del mantenimiento. En primera instancia se desarrolló el inventario técnico de activos, bajo una estructura jerarquizada, identificados los activos se elaboró un análisis de criticidad total por riesgo CTR, determinando 3 sistemas críticos y 7 de media criticidad, 74 no críticos, se establece el contexto operativo en el que trabaja cada uno, sus funciones, posibles modos de fallo, efectos y consecuencias, toda esta información se enlistó en la hoja de información del RCM, que fue útil para llenar la hoja de decisión y encontrar las mejores soluciones para prevenir fallos, se elaboró un formato de los principales documentos de mantenimiento para un buen registro de actividades. Se efectuó un análisis de repuestos basados en confiabilidad RCC, determinando los repuestos críticos de los sistemas, y un análisis costo beneficio por tarea, la información se registró en una matriz de mantenimiento, realizada en Excel, con su capacitación, en este se enumeró 20 áreas, 84 sistemas y 450 equipos, y el análisis de fiabilidad al historial de fallos, de donde se escoge los datos importantes para el cálculo de la frecuencia optima; se recomienda al personal realizar constantes capacitaciones para el manejo de herramientas del mantenimiento, y el buen uso de los documentos para mejorar su gestión

Palabras clave: <INVENTARIO DE ACTIVOS>; <CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO>, <HOJA DE INFORMACIÓN>, <HOJA DE DECISIÓN>, <FIABILIDAD>, <REPUESTOS BASADOS EN CONFIABILIDAD>, <MATRIZ DE MANTENIMIENTO>.

0971-DBRA-UPT-2022

SUMMARY

A study focused on reliability is proposed in this work, applied to critical systems of the Campo Fino dairy company, located at Rumipamba de Navas neighborhood of Salcedo - Cotopaxi. This company is dedicated to the purchase, production and commercialization of products derived from milk. A quantitative conformity test was drawn up, determining that maintenance is found with a score of 1.38, at 2.7 points with respect of the maximum degree of importance, which is 4 according to the UNE 150001 standard, according to the maintainability at each level of maintenance intervention. First, the technical inventory of assets was developed, under a structure hierarchical, identified the assets, a total criticality analysis by risk was carried out CTR, determining 3 critical systems and 7 of medium criticality, 74 non-critical. The operational context is established in which each one works their functions, possible failure modes, effects and consequences. All this information was listed in the RCM information sheet that was useful to fill out the decision sheet and find out the best solutions to prevent failures. A format of the main maintenance documents for a good record of activities was developed. An analysis of spare parts based on RCC reliability was carried out determining the critical spare parts of the systems, and a cost benefit analysis per task. The information was recorded in a maintenance matrix, carried out in Excel, with its training, 20 areas, 84 systems and 450 equipment were listed, and the analysis of reliability to the fault history, where the important data for the calculation of the optimal frequency is chosen. It is recommended to the staff carry out constant training for the management of maintenance tools, and the good use of documents to improve their management.

Keywords: <ASSET INVENTORY> <TOTAL CRITICITY BY RISK> <INFORMATION SHEET> <DECISION SHEET> <RELIABILITY>

INTRODUCCIÓN

El ingeniero de mantenimiento industrial está en la capacidad de resolver distintos problemas que enfrenta la industria, contribuyendo con distintas actividades técnicas, en los campos de electricidad, electrónica, neumática, óleo hidráulica ,máquinas eléctricas, maquinaria Industrial, control industrial, etc.; actividades administrativas como analizar sistemas de costeo vinculados directamente a la productividad la plantas industriales; además está en la capacidad de realizar actividades de gestión, como organizar auditorias de mantenimiento ,planes de mantenimiento bajo diversas metodologías, gestión de repuestos, etc. Todas estas aptitudes han sido adquiridas durante toda su formación académica en la prestigiosa Escuela de Ingeniería de Mantenimiento Industrial perteneciente a la Facultad de Mecánica de la Escuela superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la ciudad de Riobamba.

Cumpliendo con la misión de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que es formar profesionales componentes que contribuyan al desarrollo del país, es deber del ingeniero de mantenimiento estar actualizado, y hacer uso de normas en vigencia que permitan una buena gestión de actividades de mantenimiento en la industria ecuatoriana. En el presente trabajo se elabora un estudio a la empresa de lácteos Campo Fino , con el fin de establecer su estado actual en cuanto al mantenimiento de los activos, se realiza en inventario a mantener de los mismos, que será útil para una mejor organización y ubicación de los activos dentro de la empresa , se realiza un análisis semicuantitativo de criticidad por riesgo, determinando los sistemas críticos ,de media criticidad y baja criticidad de la empresa, de utilidad para proponer un plan de mantenimiento basado en RCM con énfasis a los activos críticos y de media criticidad, todo el proceso se realiza usando normas de mantenimiento, metodologías y experiencia adquiridas en la formación como Ingeniero en Mantenimiento Industrial.

Para una organización adecuada de las tareas de mantenimiento se propone realizar una matriz sencilla que me permita programar las tareas de mantenimiento, contabilizar las semanas en la que habrá más carga en tareas, y poder homogenizar el trabajo, es de importancia llevar la información registrada, por lo que se capacitó a los operadores y personal de mantenimiento, para el manejo de documentos útiles para el buen registro de los datos necesarios que serán de mucha utilidad para futuros análisis.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

A finales de los años 50 las nuevas tecnologías de mantenimiento tuvieron su inicio, en aquel momento los accidentes de aviación mundial superaba 60 accidentes por millón de despegues, el verdadero inicio del RCM fue en la industria de aviación civil norteamericana en los años 60, en 1968 se creó un grupo para analizar las fallas y los mantenimientos de los aviones, este estaba conformado por representantes de empresas que fabricaban aviones y las aerolíneas; a mediados de los 70 existía una filosofía moderna del mantenimiento de aeronaves centrados en RCM eran dos documentos escritos en la A.T.A, (Asociación de Transportadores Aéreos de los EEUU) y en 1980 se utilizó programas de mantenimientos de aviones , éste fue un principio general de cómo usar el mantenimiento centrado en la confiabilidad para todo tipo de sistema o máquina. (Salvador, 2015, pp.9-15)

En nuestro país existen varias empresas de procesos de alimentos, que aplican el mantenimiento centrado en la fiabilidad, que en lo básico se centra en lograr la máxima confiabilidad de los equipos, teniendo en cuenta que nunca será mayor que la confiabilidad brindada por los diseñadores, entonces el RCM es un proceso mediante el cual se determina que se debe hacer para que los elementos sigan cumpliendo la función requerida, para implementarlo se han de identificar los activos de la empresa. (Salvador, 2015, p. 19)

La empresa de productos lácteos “Campo Fino” tuvo sus inicios a partir de mayo del año 2005, con el señor Saúl Enrique Barreno Benavides en su domicilio, a lo largo de los últimos 14 años su negocio ha crecido de forma que toma la decisión para instalarse y montar la empresa láctea en el sector de Rumipamba de Navas de la parroquia San Miguel de la ciudad de Salcedo perteneciente a la provincia de Cotopaxi, cubre un área total de 7422 m², se encuentra a una altitud de 2695 msnm, desde ahí se dedica a la compra, producción y comercialización de productos lácteos como: queso, yogurt, leche. (Olmedo, 2014).

Se ha implementado procesos de industrialización cada vez más sofisticados que le han permitido colocar en el mercado un producto de buena calidad, sin embargo, el crecimiento de su marca se ha hecho conocida y de gran demanda en el sector costa de nuestro país, por lo que las maquinas deben estar siempre disponibles y bien mantenidas. (Hidalgo, 2016, p.3)

El crecimiento de la Empresa ha sido progresivo, se encuentra produciendo entre 18000 a 20000 litros de leche diarios, también ha existido un interés muy bueno por adquirir nueva maquinaria de última tecnología, esto hace que exista mucho más interés por cuidar de la misma y organizar más tareas de mantenimiento.

En la realidad actual de nuestro país, se ven muchas industrias que tienen pocos años en el mercado, y la mayoría de sus dueños tienen un pensamiento primitivo con respecto a la mantención de equipos, lo ven como un mal no deseado; y esta empresa no es la excepción, trabajan la mayor parte de su tiempo haciendo mantenimiento correctivo. En la actualidad cuenta con dos técnicos que se dedican al área de mantenimiento desde el año 2016, y se puede evidenciar que no existe una organización del mantenimiento.

A continuación, se coloca imágenes de la ubicación de la empresa Campo Fino que se encuentra a una distancia de 4,4 km de la ciudad de Salcedo:

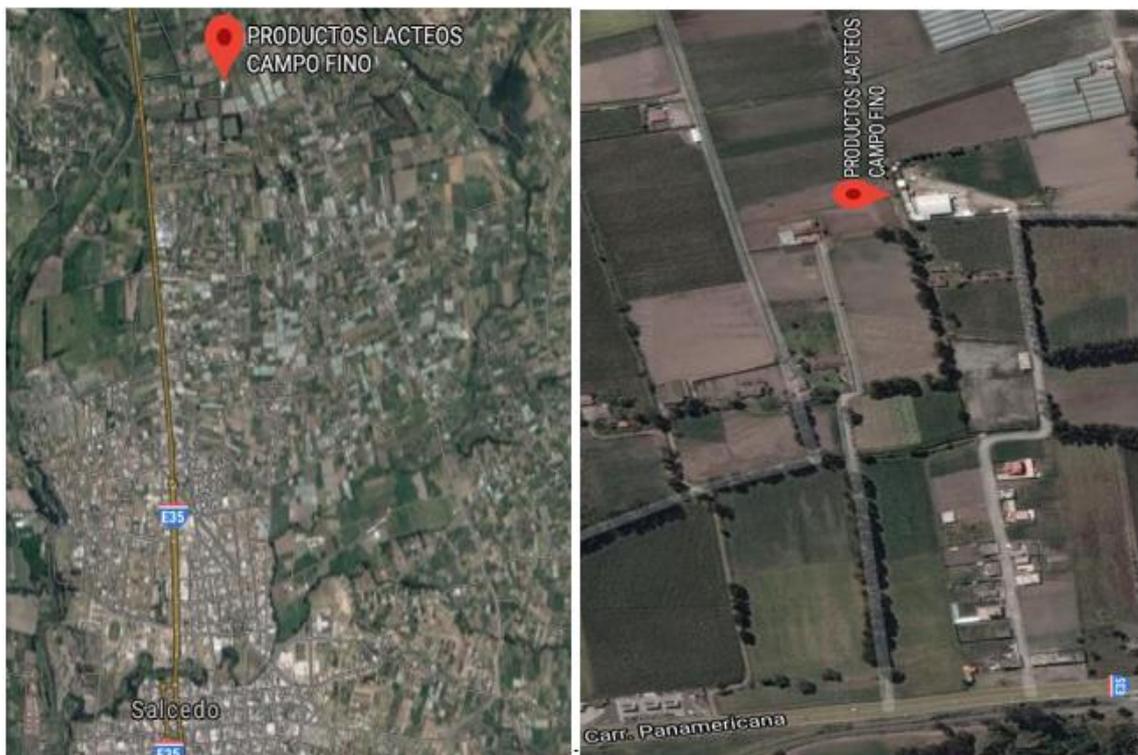


Figura 1-1: Ubicación de la empresa láctea Campo Fino.

Fuente: (Google maps, 2021)

1.2 Definición del problema.

La empresa Campo Fino ha crecido en estos 14 años dentro de la industria láctea ,su producción está en la ciudad de salcedo y su distribución se encuentra ubicado en la zona costa de nuestro

país en especial en la provincia del Guayas y Manabí, cuenta con maquinaria de procesamiento alimenticio para derivados de la leche, su demanda cada vez crece ,existe un interés en solo producir y no se toma en serio la buena mantención de los activos, no se ha organizado el mantenimiento adecuado para todos estos en la empresa, por lo que la mayoría de tareas de mantenimiento son correctivos en un 80 % y preventivo un 20 %,en base a una encuesta que se realizó al técnico de Mantenimiento, quien también manifestó que en base a un cronograma que cuenta la empresa, las tareas planificadas se cumplen en un 0% ya que todas las tareas se realizan en fechas distintas a las del cronograma de mantenimiento vigente.

Los técnicos no tienen tareas de mantenimiento asignadas que se rijan bajo una matriz, si no que todas estas son asignadas por el gerente, de una forma empírica, solo cuando ocurre una falla en un equipo se procede hacer el mantenimiento activo, muchas de estas tareas son improvisadas y en varias ocasiones no se cuenta con los recursos ni repuestos necesarios, lo que encamina a tener pérdidas de producción, por lo que urge la administración del mantenimiento de la empresa, haciendo énfasis en los equipos críticos y de media criticidad.

Debido a la mala organización de la empresa, no existe una logística de mantenimiento necesaria para ejecutar las tareas de mantenimiento lo que baja la disponibilidad de los equipos, mediante una encuesta el técnico de Mantenimiento establece que la disponibilidad de los equipos se encuentra en un 90%; en este último año de las 5096 horas operativas existió una falla que ocasionó una parada de 38 horas, tuvo como efecto un retraso de producción en donde se tuvo una pérdida de \$3000 dólares. Otra de las dificultades, es que los técnicos no saben que tareas se deben realizar o que requerimientos necesitan las maquinas o sistemas complejos que se encuentran en la empresa, además de que no se lleva registro adecuado de las averías y paradas de los mismos.

Por el crecimiento de la demanda, la gerencia ha optado por repotenciarse comprando nueva maquinaria de mayor capacidad de producción, en el año 2019, algunos de los activos son nuevos, no presentan inconvenientes de mal funcionamiento. Urge un Plan de mantenimiento para determinar tareas, asignarlas y organizar el mantenimiento en la empresa y así asegurar la disponibilidad de los equipos.

1.3 Justificación e importancia

Toda la humanidad depende de todo lo producido por empresas altamente mecanizadas y automatizadas. Cada vez se necesita de más suministro de estos productos alimenticios de primera necesidad lo que requiere que la maquinaria procesadora funcione siempre ininterrumpidamente,

sin embargo, cuando ocurre una falla, se dan paros repentinos ocasionando grandes efectos y consecuencias. El RCM si se aplica bien transforma la relación entre la empresa que lo usa, sus bienes físicos existentes y el personal que opera y mantiene esos bienes. además, permite que nuevos activos sean puestos eficientemente en servicio. (Moubray, 2004, p.5).

En nuestro país el ARCSA otorga permisos de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) a las industrias o empresas que se dedican a procesar alimentos, por lo que cada año realizan auditorias de ubicaciones de máquinas, bajo áreas, lo que comprueba el correcto uso y posición del activo dentro de la empresa, debido a este requisito se justifica realizar un inventario con jerarquía y codificación adecuada. (Resolución Arcsa-de-067, 2015, p.27)

Cualquier cambio de las condiciones en las que fue certificada la planta procesadora de alimentos, deberá ser notificado de inmediato por sus representantes a la ARCSA, quien dispondrá la inspección requerida, y quien determinará la ampliación o cambio del certificado de buenas prácticas de manufactura (BPM). (Resolución Arcsa-de-067, 2015, p.28). Dentro de la inspección tiene como objetivo vigilar la eficacia de los procedimientos de mantenimiento y saneamiento, manejo de desechos, plagas, y mantener una limpieza adecuada, realizan las auditorias sin interacción humana, por lo que se encargan en la visita al sitio, revisión de documentos del mantenimiento, y análisis de datos, en especial cronograma e historial de fallos.

Esto es una pequeña parte de los requisitos que pide el ARCSA para otorgar los permisos de BPM a las plantas procesadoras de alimentos, garantizando que la elaboración de productos de la empresa sea inocua. Las BPM comprenden un amplio campo temático y se involucra en todos los aspectos que tenga que ver con limpieza y desinfección en control de operaciones, instalaciones y mantenimiento, equipos, transporte, higiene personal, por lo que cada segmento de la industria debe disponer de buenas condiciones para proteger los alimentos y cumplir con la meta global de producción de alimentos seguros.

Se justifica la importancia de establecer una gestión del mantenimiento básica, con los documentos necesarios que garantice la buena recolección de datos para el mantenimiento de los activos de la empresa, y control de horas trabajadas, con el fin de realizar un buen análisis de estos datos, para la correcta organización del mantenimiento es necesario llevar la información de forma ordenada, para este fin en la actualidad se hace el uso de softwares de mantenimiento, que permite hacer un poco más fácil la gestión de actividades, en ciertos casos no se contara con un software específico, y una buena idea para registrar los datos puede ser el uso de Excel que hoy en día en una herramienta muy útil para los ingenieros.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo programado para la empresa de lácteos Campo Fino de la ciudad de Salcedo utilizando la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

1.4.2 *Objetivos específicos*

Evaluar el sistema de gestión de Mantenimiento vigente.

Desarrollar el marco teórico para la elaboración del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Realizar un inventario con estructura jerárquica y codificado de equipos a mantener.

Elaborar el plan de mantenimiento en base a la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Definir los documentos de mantenimiento para la empresa Campo Fino, y elaborar indicadores de mantenimiento.

Desarrollar el programa de mantenimiento en Excel y capacitación del mismo al personal de mantenimiento de la planta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la producción lechera.

2.1.1 *Antecedentes de la producción lechera en el Ecuador.*

La llegada de los primeros ganados a nuestro país fue en 1537 en la toma de Cajamarca con el conquistador Sebastián de Benalcázar, quien era un acomodado ganadero en nicaragua donde trae sus primeros vacunos hasta guayaquil en barcas; luego en muy poca cantidad se establecieron en la zona sierra del país. Para el siglo XVII se beneficiaban de la leche y podían hacer los primeros derivados, queso, sebo y manteca. En los últimos 70 años el crecimiento de la industria láctea ha sido importante, y por la necesidad de abastecer más la demanda se dio la exportación de máquinas italianas para realizar los procesos térmicos a la leche, y ayudar a la producción de los primeros productos derivados en el país, principalmente en la zona sierra. (Centro de industria láctea de ecuador, 2015, pp.4-15)

2.1.2 *Antecedentes de la pasteurización.*

En Europa el químico francés Louis Pasteur (1822 -1895), dio el primer paso hacia el descubrimiento científico que permitió la propagación en el mundo del uso de la leche; descubre que el proceso de pasteurización, que al usar cambios bruscos de temperatura logra que mueran bacterias, hoy en día, esto se aplica como norma de higiene para procesos básicos de la industria láctea, y gracias a esto se ha logrado transportar grandes distancias sin que la leche se descomponga. (Guaño, 2014, p. 3)

2.1.3 *Leche.*

Es una compleja composición líquida, con aspecto blanco, opaco, de sabor dulce y pH casi neutro, compuesta por agua, proteína, grasa, lactosa, minerales y vitaminas, Esta recorre varias etapas, desde su ordeño hasta el ingreso a la planta procesadora y convertirla en la materia prima de una enorme gama de productos. La leche debe poseer la máxima calidad higiénico – sanitaria, que siempre debe ser controlada desde su extracción hasta su procesamiento (Sanchez, et al. 2010: p.3). en la Tabla 1-2 podemos observar sus componentes básicos.

Tabla 1-2: Componentes principales de la leche.

Agua	87.2 %
Grasa	3.55 - 5 %
sustancias orgánicas nitrogenadas	2.5 - 3.6 %
Lactosa (azúcar presente en el agua).	4.5%
Sales inorgánicas	0.5 %

Fuente: (Ramirez, 2014, p.48)

2.1.4 Derivados lácteos.

Para la elaboración de cualquier producto lácteo, la norma de higiene que debe cumplir la leche es la pasteurización, que comúnmente se realiza a temperaturas entre 70 y 90 grados centígrados, esta es primordial para la elaboración de los productos, los más comunes son: La leche, el queso, el yogurt, sueros lácteos, el manjar, mantequilla, crema de leche.

2.2 Líneas de producción.

Tabla 2-2: Líneas de producción

Líneas de Producción	
<p>Leche pasteurizada.</p> 	<p>Para lograr este proceso se lo realiza hirviendo la leche a 72 °C. Así se logra eliminar los microorganismos existentes para que la duración de la leche sea máxima de 14 días. Se procede a realizar un proceso de envasado en donde, se recomienda que el producto este a una temperatura entre 5°C y 8°C luego de este proceso se obtenemos un producto terminado.</p>
<p>Quesos</p> 	<p>Son hechos a partir de la leche, fermentos y cuajo pudiéndose variar cantidades entre ingredientes logrando conseguir quesos de todos los gustos.</p>
<p>Yogurt</p> 	<p>Para la fabricación de yogurt se parte de la leche normalizada en su contenido graso, después de lo cual se procede a la fermentación de la leche a través de la inoculación del cultivo bacteriano y posterior incubación de la leche a la temperatura adecuada</p>

Fuente: (Paliz , 2019, pp.96-100)

2.3 Recepción y procesos térmicos de la leche.

En la Industria láctea podemos encontrar de forma general los siguientes procesos térmicos:

Tabla 3-2: Recepción y procesos térmicos de la leche

Recepción y proceso térmicos de la leche	
Recolección y transporte	El proceso comienza en el ordeño, recomendado en recipientes de acero inoxidable, luego son trasladados a lugares de acopio, en tanques de enfriamiento e inmediatamente es purificada, y enfriada. Desde los sitios de acopio la leche es transportada en tanqueros a un establecimiento, asegurando que la leche mantenga sus propiedades.
Recepción de la leche	Una vez que se encuentra la leche en el establecimiento, se procede hacer un análisis físico y químico para comprobar su estado y ver que se encuentra dentro de los requerimientos, luego de esta aprobación el líquido es bombeado para el siguiente proceso
Enfriamiento	Proceso para conservar las propiedades de la leche luego de un calentamiento, en todos los procesos de derivados lácteos se encuentra con este proceso térmico. El agua utilizada se encuentra en un banco de agua helada, el cual por un proceso termodinámico permite que se dé la temperatura adecuada para enfriar la leche
Clarificación	Este es un proceso de filtrado en donde se quedan todas las impurezas que han pasado por los otros procesos, es de forma centrifuga, lo realiza el equipo clarificador, que bajo esta acción separa los contaminantes adhiriéndose a las paredes internas del equipo
Homogenización	Homogenizar, significa que el producto lácteo, debe pasar por un proceso de separación de grasa, por medio de la presión generada por émbolos acoplados a una bomba de pistón, permite que las partículas de grasa se separen de la leche.
Pasteurización	Es un tratamiento térmico con una relación adecuada de temperatura tiempo aplicado a la leche, o cualquier líquido, su principal función es eliminar microorganismos que sobrevivan a temperaturas mayores a los 70 °C
Envasado	De los anteriores procesos el producto terminado se almacena en tanques refrigerados, los cuales mediante una bomba envían la leche a 2 o 3°C, a las máquinas que se encargan del llenado de la leche, la funda envasadora es etiquetada en la misma máquina antes del llenado.

Fuente: (Rosado et al, 2013, pp.28-30)

2.4 Sistemas y Equipos de la industria láctea.

En la industria láctea se puede encontrar con una diversidad de activos entre los principales se encuentran los enlistados en la figura 2-2, cada una de estas cumplen diferentes funciones dentro del proceso productivo, que en conjunto se utilizan para el buen control del proceso de los diferentes derivados lácteos.

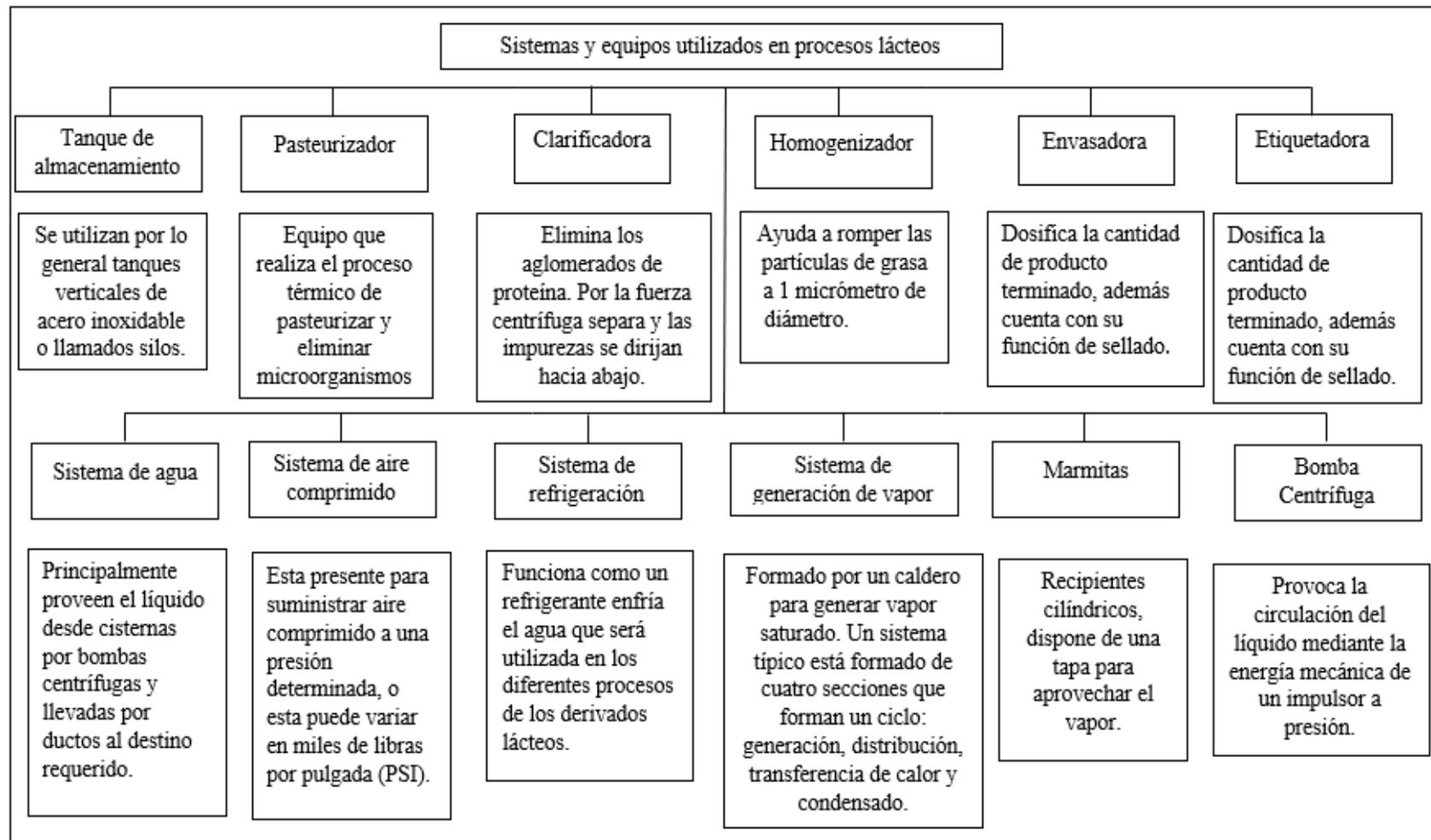
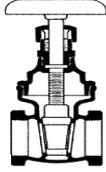
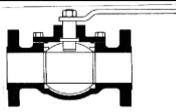
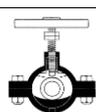
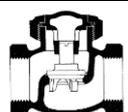


Figura 1-2: Equipos utilizados para la producción de lácteos.

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

2.4.1 Válvulas

Tabla 4-2: Tipos de válvulas

	Tipos	Descripción	Representación
Válvulas	Compuerta	Posee un disco de deslizamiento vertical. Funciona abierto o cerrado completamente.	
	Macho	De ¼ de vuelta y un cilindro perforado que gira a 90°.	
	Globo	La más común, devueltas múltiples y controla el flujo en cualquier posición.	
	Bola	De ¼ de vuelta y una bola taladrada que gira a 90°.	
	Mariposa	De ¼ de vuelta y un disco que gira en su propio eje.	
	Diafragma	De vueltas múltiples y presiona un diafragma. No soporta muchas presiones.	
	Apriete	Múltiples vueltas, posee uno o más elementos flexibles.	
	Retención	Son unidireccionales e impide el retorno de líquido.	
	Desahogo o seguridad	Como elemento de protección. Se acciona al exceso de presión.	

Fuente: (Guerra, 2010, pp. 28-69)

2.5 Higiene y Seguridad de la Industria.

La seguridad y la higiene aplicadas tiene como objetivo salvaguardar la vida y preservar la salud y la integridad física de los trabajadores mediante normas, procedimientos y estrategias, de este modo la industria está en función de las operaciones de la empresa, por lo que su acción se dirige, básicamente para prevenir accidentes laborales y sirven para garantizar condiciones favorables en

el ambiente en el que se desarrolle la actividad laboral, capaces de mantener un nivel óptimo de salud para los trabajadores. (Chamocho, 2014, p.23)

2.5.1 *Buenas prácticas de manufactura*

La ley orgánica de salud señala que las responsabilidades de regular el control sanitario del transporte, producción, distribución, almacenamiento y comercialización de alimentos procesados para el consumo humano, es el ministerio de salud pública, y emite que es obligatorio el control sanitario de todas las instituciones y organismos que realicen actividades de producción de alimentos de consumo humano, así mismo controla el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura, que está encargada de hacer controles de la mantención de plantas procesadoras de acuerdo a normas sanitarias.

2.5.2 *Seguridad industrial*

La seguridad industrial son conjuntos de reglas y procesos para incentivar un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas de vidas humanas o materiales. Así como el proceso mediante el cual el hombre minimiza las posibilidades de daño de sí mismo, de los demás y de los bienes, y del cuidado de las máquinas, equipos y herramientas de la empresa, en una empresa de lácteos los riesgos más comunes son: (Kayser, 2012)

- Exposiciones a sustancias químicas.
- Caída por piso resbaladizo por presencia de agua.
- Quemaduras por escapes de vapor.
- Accidentes laborales
- Ruido por encima de los niveles permitidos
- Riesgos eléctricos por presencia de un área de generación eléctrica y tableros de transferencia.

2.5.3 *Identificación de aspectos Ambientales.*

Los aspectos ambientales son parte de las actividades o servicios que presta un establecimiento, y que pueden interactuar con el medio ambiente. A partir de la observación del proceso productivo de los derivados lácteos, se identificaron los siguientes aspectos ambientales en la empresa. En el área de producción de los derivados los activos se encuentran expuestos a un alto grado de humedad.

Tabla 5-2: Aspectos Ambientales

Aspectos ambientales	
Medio ambiente	La empresa al estar ubicada en una zona retirada del área circundante de la ciudad y por no poseer en su entorno comunidades que puedan verse afectadas por su actividad no presenta impactos significativos hacia la población.
Generación de frio	En los sistemas de frio están presentes compresores que funcionan con refrigerantes perjudiciales para el medio ambiente en caso de un mal manejo, por lo que se requiere de técnicos externos para el mantenimiento apropiado de estos sistemas
Generación de calor	. El agua utilizada para el vapor requiere condiciones higiénicas, pero es necesario que el contenido de carbonatos y sulfatos sea bajo a fin de evitar incrustaciones de sales en las calderas y tuberías de distribución; es por ello que se utilizan antiincrustantes químicos perjudiciales para la salud. La contaminación se genera de acuerdo a la mantención del equipo.
Generación de ruido	El ruido que produce la empresa es generado por la mayoría de equipos, por ejemplo, grupos electrógenos y equipos de procesamiento lácteo, pero para lo cual los operadores cuentan con la protección auditiva necesaria.
Consumo de Agua	Existe un elevado consumo de agua en la planta, esto debido a diferentes factores entre los que podemos mencionar: En la etapa de pasteurización, para disminuir la temperatura tanto en el procesamiento de la leche en donde el agua es utilizada en los intercambiadores de calor; como en el procesamiento de yogurt en donde el agua es utilizada en las marmitas para su enfriamiento. Se utiliza gran cantidad de agua al momento de realizar la limpieza tanto de equipos, como de las zonas en donde se realiza el procesamiento del producto.
Generación de residuos	Los residuos que se generan en las industrias lácteas son originados por procesos como: sedimentación, filtración y estandarización, que dan lugar a sólidos lácteos con alto contenido de células y proteínas que pueden generar olores ofensivos al descomponerse; sin embargo, la empresa no causa ningún efecto directo al suelo, puesto que ninguno de sus residuos sólidos es depositado en terrenos aledaños u otro lugar por fuera de la planta.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

2.6 Auditoria del mantenimiento

Se evalúa el cumplimiento de atributos de evaluación de forma independiente y documentada, ésta es parte de una auditoría interna de gestión, que para ejecutarla debe seguir un procedimiento, en el que se utiliza una herramienta de evaluación que permita verificar el estado del mantenimiento de la empresa, el estado de su gestión ,y poder establecer un plan de acción para corregir las deficiencias, evidenciando el grado de madurez del proceso del mantenimiento, y constantemente, mantenerse en un ciclo de mejora continua.(circulo de Deming).

Una forma de auditar la capacidad del mantenimiento, incluido la eficiencia de planes de mantenimiento y sus procedimientos, es mediante el indicador básico de mantenibilidad MTTR

que según la norma (UNE 151001, 2011, p.5) es una medida que expresa la probabilidad de que una máquina sea capaz de ser restaurada en un tiempo dado. Los indicadores de mantenibilidad pueden ser intrínsecos, que se refieren a las características de diseño, y probabilísticos, que hacen referencia a la probabilidad de que un activo sea reparado en un tiempo dado antes de que ocurra la falla.

Tabla 6-2: Procedimientos específicos de evaluación

Alcance y herramienta	Se determina la herramienta a utilizar y los atributos a evaluar.
Preparación de la auditoria	Comunicación de la auditoria, y revisión de la documentación
Ejecución de la auditoria	Reunión de apertura, detección de conformidades y no conformidades, clausura
Conclusión de la auditoria	Elaboración de un informe final con cálculos y gráficas
Acciones correctivas	Reconocer los atributos de menor grado de puntuación y determinar acciones de mejora.

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Para evaluar la mantenibilidad se toma en cuenta atributos generales que son aquellos que afectan cualquier nivel de mantenimiento del equipo, y atributos específicos que son dependientes del nivel de mantenimiento. Entendiéndose que existen 5 niveles de intervención del mantenimiento, todos en función de complejidad de las tareas a realizar, los recursos humanos, materiales, medios y el tiempo estimado de indisponibilidad. (UNE 151001, 2011, p. 6)

Tabla 7-2: Atributos de la mantenibilidad

Atributos generales	G1	Simplicidad	Activos de elementos simples o ensambles complejos
	G2	Identificación	Identificación de los activos y elementos a ser mantenido en la empresa, lugares de trabajo, zonas de peligro, etc.
	G3	Modularización	Empresa con activos que se pueden desmontar con facilidad sin afectar otra unidad.
	G4	Tribología	Comprobar la correcta elección de materiales de los activos que estén sometido a fricción, desgaste y lubricación.
	G5	Ergonomía	Espacio adecuado para el desarrollo de tareas de mantenimiento
	G6	Estandarización	Compatibilidad de repuestos en el mercado, almacenamiento mínimo
	G7	Vigilancia	Alertas de parámetros críticos para prevenir fallos en activos
	G8	Relación con el fabricante	Coordinación con el fabricante o proveedor de los activos para ejecutar actividades de mantenimiento.
Atributos específicos	V1	Accesibilidad	Acceso a elementos para ejecutar las tareas de mantenimiento respecto a cada nivel de intervención
	V2	Montaje / Desmontaje	Facilidad de desmontaje o montaje de subsistemas respecto a las operaciones de cada nivel
	V3	Formación	Requisitos de formación para ejecutar la actividad.
	V4	Organización de personal	Cantidad requerida de personal para ejecutar el mantenimiento
	V5	Entorno	Condiciones ambientales y de seguridad
	V6	Repuestos	Comprobar el almacenamiento y manipulación de repuestos
	V7	Herramientas y útiles	Comprobar adquisición de herramientas y útiles para la actividad
	V8	Coordinación interdepartamental	Requisitos interdepartamentales para ejecutar la actividad
	V9	Documentación	Comprobar que se prevea de la documentación necesaria para ejecutar la tarea de mantenimiento. (Plan de mantenimiento), tareas correspondientes al nivel de intervención

Fuente: (UNE 151001, 2011, pp. 9-14)

Se realiza la evaluación tomando como guía la norma UNE 151001, que establece atributos generales y específicos para la auditoría, el resultado de la evaluación dependerá del grado de importancia otorgado a cada atributo, se evalúa en un rango entre 0 a 4, usando la ecuación (1) se determina el peso para cada atributo y la ecuación (2) se utiliza para evaluar el peso relacionado con la evaluación del atributo. Como se muestra en la (tabla 8-2).

$$\text{Cálculo del peso} = \frac{\text{puntuación del grado de importancia (PGi)}}{\text{sumatoria de grado de importancia } (\sum \text{PGi})} \quad (1)$$

$$\text{Peso} = \text{grado de importancia (Gi)} * \text{Cálculo del peso} \quad (2)$$

Tabla 8-2: Atributos generales de evaluación

Atributo General		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	PGi/∑PGi	Gi. (PGi/∑PG)
G1	Simplicidad				
G2	Identificación				
G3	Modularización				
G4	Tribología				
G5	Ergonomía				
G6	Estandarización				
G7	Vigilancia				
G8	Relación con el fabricante				
Total					
Indicador de mantenibilidad General					

Fuente: (UNE 151001, 2011, p.18)

En la (tabla 9-2). Se muestra el esquema para atributos específicos, se evalúa cada uno para cada nivel de intervención del mantenimiento, (tabla 10-2). Los resultados se analizan en un gráfico tipo radar, y se tabula los grados resultantes.

Tabla 9-2: Atributos específicos de evaluación

Atributo Específicos		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	PGi/∑PGi	Gi x (PGi/∑PG)
V1	Accesibilidad				
V2	Montaje/ desmontaje				
V3	Formación				
V4	Organización del personal				
V5	Entorno				
V6	Repuestos				
V7	Herramientas y útiles				
V8	Coordinación departamentos				
V9	Documentación				
Total					
Indicador de mantenibilidad General					

Fuente: (UNE 151001, 2011, p.18)

Tabla 10-2: Niveles de mantenimiento

Niveles de intervención del Mantenimiento	
Nivel 1	Acciones simples de mantenimiento sin paros del equipo, ajustes simples sin necesidad de desmontaje
Nivel 2	Acciones con intercambio de componentes funcionales con parada del equipo
Nivel 3	Identificación y diagnóstico de fallo, después de parar el equipo
Nivel 4	Revisiones: desmontaje completo o parcial del equipo para mantenimiento
Nivel 5	Renovación, reconstrucción, o reparación importante, puede incluir mejoras

Fuente: (UNE 151001, 2011, p.6)

Además, se realizó una encuesta al técnico de mantenimiento, para obtener información relevante en cuanto a datos generales del mantenimiento de la empresa de lácteos Campo Fino.

Tabla 11-2: Encuesta de mantenimiento Campo Fino

Encuesta de organización de mantenimiento de la empresa de lácteos Campo Fino		
	Encuestador:	Fala León Jhonnatan Patricio
	Técnico responsable/ entrevistado:	Ing. Carlos cadena
	Fecha:	30/11/2020
	Hora:	10:00 am
1.- ¿Qué tipo de mantenimiento es el que más se realizan en la empresa? Seleccione.		
Mantenimiento correctivo		
Mantenimiento preventivo		
2.- ¿En qué porcentaje se realiza las tareas de mantenimiento en su empresa? Seleccione		
0% preventivo ,100% correctivo		
20% preventivo ,80% correctivo		
40% preventivo,60% correctivo		
60% preventivo, 40% correctivo		
80 %preventivo,20% correctivo		
3.- Del registro actual de tareas de mantenimiento que piden para los permisos que otorga el ARCSA ¿En qué porcentaje considera que se cumplen con las tareas descritas en la matriz 2020?		
0% (ninguna tarea se realiza de acuerdo a el tiempo establecido,)		
20% (existen pocas tareas que se realizan de acuerdo a la matriz)		
40 % de cumplimiento		
60% de cumplimiento		
80% se cumple		
100% se cumple en su totalidad		
4.- En este año 2020 ¿Se ha sufrido de paradas, y pérdidas de producción? Puede detallar la cantidad de producto perdido o costo.		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

2.7 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

La mantenibilidad es la capacidad de conservar, o restaurar un ítem bajo condiciones ya determinadas de uso y mantenimiento. (BS EN ISO 14224, 2016, p.30). Para preservar los activos se debe realizar planes de mantenimiento, que pueden ser elaborados bajo varias metodologías, una de ellas es el RCM (Reliability Centered Maintenance).

El RCM es un método, que permite gestionar diferentes fallos, permite un alcance eficaz de seguridad, disponibilidad y costes de uso, abarca cambios operativos, modificaciones de diseño, actividades de mantenimiento y cualquier otra actividad que me permita encontrar consecuencias de fallos. (UNE-EN 60300-3-11:2009, 2013, p.9). Conocido también como mantenimiento proactivo, permite utilizar técnicas de detección temprana monitoreo de parámetros, también establece técnicas para análisis de fallas y optimizar planes de mantenimiento, así se asegura que los equipos funcionen bajo el contexto operacional requerido.

El mantenimiento proactivo se basa en tres principios:

- Evitar paradas por mantenimiento correctivo.
- Que el intervalo del mantenimiento activo aumente.
- Optimizar procedimientos antes que causen fallos.

2.7.1 *Inventario de equipos*

Es de Gran importancia el uso de inventarios en las empresas, éstas describen todo el almacenamiento de materias primas, repuestos, insumos productos en proceso, bienes terminados, sistemas, equipos e infraestructura, permite llevar una lista de activos a mantener, además de que establece la organización de los activos. La información es útil para realizar un análisis de costos y depreciaciones de los mismos activos. (Gutierrez, 2012, pp.263-269)

Los inventarios deben ser confiables, universales, debes estar actualizados, bien estructurados y deben tener jerarquía, es recomendable utilizar una taxonomía que permita clasificar a un ítem dentro de la empresa, su ubicación depende mucho de esta, además que en cualquier tipo de empresa se necesita que cumpla con los cuatro o primeros niveles. (BS EN ISO 14224, 2016, p.30). Para la procesadora de lácteos se utilizará una estructura de codificación como en la (tabla 13-2.).

Tabla 12-2: Niveles taxonómicos

Localización /uso	Nivel 1: Industria	
	Nivel 2: Categoría de negocio	
	Nivel 3: Instalación	
	Nivel 4: Planta/Unidad negocio	
	Nivel 5: Sección/Sistema/Área	
Composición del activo	Código de centro de costos.	Código de activo fijo, o código único.
	Nivel 6: Unidad de equipo	
	Nivel 7: Sub unidad	
	Nivel 8: Componente/Ítem mantenible	
	Nivel 9: Pieza	

Fuente: (BS EN ISO 14224, 2016, p.30)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 13-2: Estructura de codificación de la empresa Campo Fino

Estructura de codificación												
C	F	G	V	C	L	0	1	M	Q	M	0	1
Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3				Nivel 4				
Planta		Área		Sistema/Máquina				Equipo				
Nivel 1		Codificación										
CF		2 dígitos alfabéticos										
C		Campo										
F		Fino										
		Nivel 2		Codificación								
		Área GV		2 dígitos alfabéticos								
		G		generación								
		V		vapor								
				Nivel 3		Codificación						
				Sistema CH01		4 dígitos alfanuméricos						
				C		Caldero						
				L								
				0		cero						
				1		uno						
								Nivel 4		Codificación		
								Equipo		5 dígitos. alfanuméricos		
								M		Tipo (Mecánico)		
								Q		Quemador		
								M				
								0		cero		
								1		uno		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

2.7.2 Análisis de criticidad de los Equipos

Un análisis de criticidad es un proceso metodológico que permite ordenar a los sistemas de manera jerárquica equipos e instalaciones con el fin de facilitar la toma de decisiones. El alcance que se quiere lograr con el análisis de criticidad es definir el tipo de mantenimiento a aplicar, priorizar órdenes de ejecución, y determinar toma de decisiones adecuadas para la gestión de repuestos. Además de que el análisis puede realizarse a cualquier nivel, existen tres metodologías para realizarlo. Como se ve en la tabla (14-2). (PARRA et al., 2020 pp. 3-10).

Tabla 14-2: Metodologías para el análisis de criticidad

Cualitativos	Metodología del flujograma de análisis de criticidad
Semicuantitativos	Criticidad total por riesgo (CTR) Matriz de criticidad por riesgo (MCR)
Cuantitativos	Proceso de Análisis jerárquico (AHP)

Fuente: (Parra et al., 2020, pp.3-10)

Para realizar el análisis de criticidad se toma en cuenta las necesidades de la empresa, en este caso es fijar prioridades en sistemas complejos, un modelo sencillo y práctico es el análisis semicuantitativo CTR (criticidad total por riesgo), para jerarquizar los sistemas, utiliza la fórmula de frecuencia de fallo por consecuencia del evento del mismo fallo, como se muestra en la ecuación (3).

$$CTR = \text{Frecuencia de Fallo} * \text{Consecuencia} \quad (3)$$

En la siguiente tabla se detallan las expresiones utilizadas y los factores que se toman a consideración, para obtener el modelo de priorización de CTR de los sistemas, los valores de los criterios a ser evaluados se consideran de acuerdo a la empresa, en este caso es una procesadora de lácteos y se procede a utilizar la fórmula general para su cálculo. (Parra et al., 2020, p.8)

$$CTR = FF * ((IO * FO) + CM + SHA) \quad (4)$$

Tabla 15-2: Factores de criticidad total por riesgo

Método de criticidad total por riesgo			
Frecuencia	Frecuencias de fallo (FF)	Frecuente: Mayor a 5 fallos al año	4
		Promedio: [3-4] fallos al año	3
		Bueno: [1- 2] fallos al año	2
		Excelente: menos de 0,5 fallos al año	1
Consecuencias	Impacto Operacional (IO)	Pérdidas de producción superiores al 20% (8000 litros)	10
		Pérdidas de producción entre el 15% - 19%	7
		Pérdidas de producción entre el 10% - 14%	5
		Pérdidas de producción entre el 3% - 9%	3
		Pérdidas de producción menor al 2%	1
	Impacto por flexibilidad Operacional (FO)	No se cuenta con unidades de reserva	5
		Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial	3
		Se cuenta con unidades de reserva en línea,	1
	Costo del mantenimiento (CM)	Costos de reparación, materiales y mano de obra mayor a 2.000 USD	3
		Costos de reparación, materiales y mano de obra menor a 600 USD	1
	Impacto a la seguridad, higiene y medio ambiente (SHA)	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos	8
		Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil	6
		Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el plazo corto) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.	4
		No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	2

Fuente: (Parra et al.,2020, pp.3-10)

Con la selección de factores principales se procede a realizar una matriz con dos ejes principales, el valor de la frecuencia en el eje vertical y el valor de las consecuencias en el eje horizontal, la matriz permite jerarquizar a los activos de la empresa en tres áreas, como se muestra en la tabla.

Tabla 16-2: Matriz de Criticidad total por riesgo

Matriz de criticidad propuesta por modelo CTR							
4 3 2 1	MC	MC	C	C	C	NC	Área de sistemas No Críticos
	NC	MC	MC	C	C		
	NC	NC	MC	C	C	MC	Área de sistemas de Media Criticidad
	NC	NC	MC	MC	C		
	10	20	30	40	50	C	Área de sistemas Críticos

Fuente: (Parra et al., 2020, pp.3-10)

2.7.3 RCM: siete preguntas

Existen estándares para proceder a realizar la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad que vienen detalladas en las normas SAEJA 1011 “criterios de evaluación del proceso de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM”, también una norma estándar es la SAE JA 1012 que es “una guía para el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad”. En todo procedimiento de RCM se debe responder a siete preguntas: (Poveda , 2011, pp.1-5)

Tabla 17-2: Preguntas básicas del RCM

1	¿Cuáles son las funciones del activo bajo el contexto operacional de trabajo actual?	Funciones
2	¿Cuál es la manera en la que falla el activo para dejar de cumplir sus funciones?	Fallos funcionales
3	¿Cuál es la causa de la falla funcional?	Modos de Fallo
4	¿Qué sucede cuando ocurre una falla?	Efectos
5	¿Cuáles son las consecuencias de cada falla o su impacto real?	Consecuencias
6	¿Qué se puede hacer para prevenir cada fallo?	Tareas
7	¿Qué decisiones se deben tomar si no se puede encontrar una tarea proactiva adecuada?	Acciones a la falta de

Fuente: (Moubray, 2004, p.7).

2.8 Inicio y Planificación

Se debe tener en cuenta los objetivos que nosotros queremos alcanzar, por ejemplo establecer tareas óptimas de mantenimiento para los elementos, encontrar oportunidades de mejora para sus diseños, o evaluar las tareas actuales de mantenimiento, si son eficientes o son las apropiadas para cada activo, mejorar la confiabilidad de los sistemas, y que sea beneficioso implementar un sistema de RCM que permita ser rentable considerando costos comerciales y otros aspectos críticos de seguridad y medioambientales. (UNE-EN 60300-3-11:2009, 2013, pp.17-20).

2.8.1 Contexto operacional

El contexto operativo permite establecer qué estrategias de mantenimiento se pueden utilizar, en este se describe como trabaja un sistema en específico tomando en cuenta los siguientes aspectos:

Tabla 18-2: Contexto Operacional

1. Aspectos climáticos
2. Normas y reglamentos
3. Proceso continuo o a tiempo parcial
4. Redundancia
5. Estándares de calidad
6. Riesgo a la seguridad
7. Límites de uso

Fuente: (Moubray, 2004, pp.29-33)

2.8.2 Funciones

La Norma (UNE EN 13306, 2018, p.7) define a la función requerida como la función o combinación de funciones de un elemento que se consideran necesarios para satisfacer un requisito dado, considerando preservar el valor del activo, determinando lo que el elemento no debe hacer, y tomando en cuenta las especificaciones de diseño original. También se considera que la función es lo que el dueño o usuario desea que realice el activo físico o sistema. (SAE JA 1011, 1999, p.5).

Tabla 19-2: Funciones

Funciones Primarias:(Motivo de compra del activo)	Funciones Secundarias (funciones adicionales)
Capacidad de carga	Control
Velocidad	Seguridad
Producción	Contención
Capacidad de carga	Protección
Capacidad de almacenar	Confort
Calidad de producto	Apariencia del activo
	Regulaciones medioambientales

Fuente: (SAE JA 1011, 1999 pág. 9).

El enunciado de una función constituye:

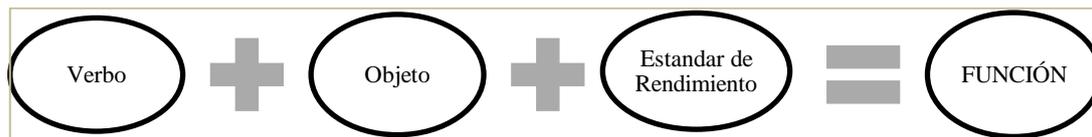


Figura 2-2.Elementos de una función

Fuente: (MOUBRAY, 2004, p.24)

2.8.3 Fallos funcionales

Los fallos funcionales suceden cuando un activo es incapaz de cumplir con una función de acuerdo a criterios de funcionamiento establecidos. (SAE JA1012, 2002, p.13) Se puede decir que es un estado en el que un equipo físico, no se encuentra disponible para ejercer la función a los niveles de desempeño deseados. Este paso es muy importante para identificar todos los estados fallidos, asociados a cada función descrita, estas pueden fallar y todo activo lo puede sufrir. (SAE JA 1011, 1999, pp. 4-6).

2.9 Análisis de Modos de Falla, Efectos y Consecuencias

El análisis de los modos de fallo y sus efectos es un proceso ordenado, que permite identificar, las causas que las provocan y sus efectos, a cada modo de falla y el efecto se trata individualmente,

con el objeto de utilizar la información que permita mejorar la mantenibilidad del sistema, mejorar su fiabilidad, indicar aquellos fallos que tienen efectos no deseados y cumplir con los requerimientos del cliente. (UNE EN 60812, 2008, pp.10-13)

2.9.1 Modos de fallos.

Se puede definir como la forma en la que falla un elemento según (UNE EN 60812, 2008, p.10). Estos deben estar relacionados de acuerdo a la jerarquía de equipos, en algunos casos se recomienda analizar a un nivel más alto, a los modos de fallo se lo puede categorizar en tres escenarios: cuando ocurre una falla sin impacto inmediato o crítico, cuando existe una pérdida de una función determinada o cuando es la función no es la obtenida. (BS EN ISO 14224, 2016 p.180). Los modos de falla en si hace referencia a la forma en la que un elemento, se agrieta, distorsiona, sufre un cambio de dimensiones etc. Ver modos de fallo comunes en (tabla 19-2). Generalmente el modo de falla se describe como se muestra en la figura 3.



Figura 3-2. Descripción del modo de fallo

Fuente: (Moubray, 2004, p.24)

Se estudia los modos de fallo y las causas primarias de estos fallos, con el fin de hacer un análisis de fallos a las máquinas críticas y de media criticidad de la empresa.

Tabla 20-2: Modos de falla tradicionales

Modos de falla tradicionales
Fallo por diseño
Fallo por desgaste
Fallo por corrosión
Fallo por montaje
Fallo por mantenimiento
Fallo por operación
Fallo de fabricación
Fallo por deficiencia de material, o por componente.
Malas condiciones de suministro
Fallo producto de otro fallo
Fallo por lubricación

Fuente: (Espejo et al., 2017, pp. 25-30)

2.9.2 Efectos de fallos.

Los efectos de falla describen lo que ocurre con cada modo de falla, y esta información es útil para evaluar las consecuencias de falla. En los efectos se describe lo siguiente:

Tabla 21-2: Efectos de los fallos

Evidencia del fallo	Como se me percata de que el fallo a ocurrido
Presenta amenazas a la seguridad	Cuantificar el riesgo a la persona
Presenta amenazas al medio ambiente	Referido a la contaminación
Presenta amenazas a la producción	Referido al tiempo de improductividad y costo de pérdida de producción
Que debe hacerse para reparar la falla	Manera adecuada de la reparación y costo

Fuente: (Campos et al., 2019 pág. 52).

2.9.3 Consecuencia de los fallos

Es la manera en que los modos de falla pueden afectar a la organización de la empresa, la disponibilidad de los equipos, la calidad del producto, la seguridad de los trabajadores, del medio ambiente, esto significa un gasto de tiempo y dinero. El RCM se centra en evitar o reducir las consecuencias de las fallas evidentes o de fallos ocultos. (Moubray, 2004, p.90).

Tabla 22-2: Consecuencias de los fallos

consecuencias de fallas ocultas	Referente a fallas en protecciones sin impacto directo, pero puede traer consecuencias serias.
Consecuencias ambientales y de seguridad	Referente a los daños físicos, o muertes de personas, o por el incumplimiento de normas.
Consecuencias operacionales	Afectaciones del rendimiento, calidad de producto, costos operativos, costos de reparación
Consecuencias no operacionales	Son fallas que son evidentes y no afectan directamente a la seguridad, ni medio ambiente, implican solo costos de reparación.

Fuente: (Moubray, 2004, p.14)

2.9.4 Hoja de información

Es un esquema de plantilla, sirve para detallar en las 3 primeras columnas la parte funcional, código de función, en las siguientes cuatro columnas se detalla el código de modos de fallo, en las columnas siguientes se detalla las fallas funcionales de acuerdo a cada función y modos de falla, sus efectos, y en por última instancia se enlista las consecuencias, con la probabilidad de ocurrencia. (Ramirez, 2020, p.29)

Tabla 23-2: Hoja de Información

Empresa:			Área:	Realizado por:	Revisado por:		Hoja:	
			Equipo:	N°:01	Fecha:		De:	
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad de fallo
	1			A	1			
					2			

Fuente: (Moubray, 2004, p.86)

Para la selección de las tareas idóneas se utiliza el diagrama de decisión. Ver figura 5-2.

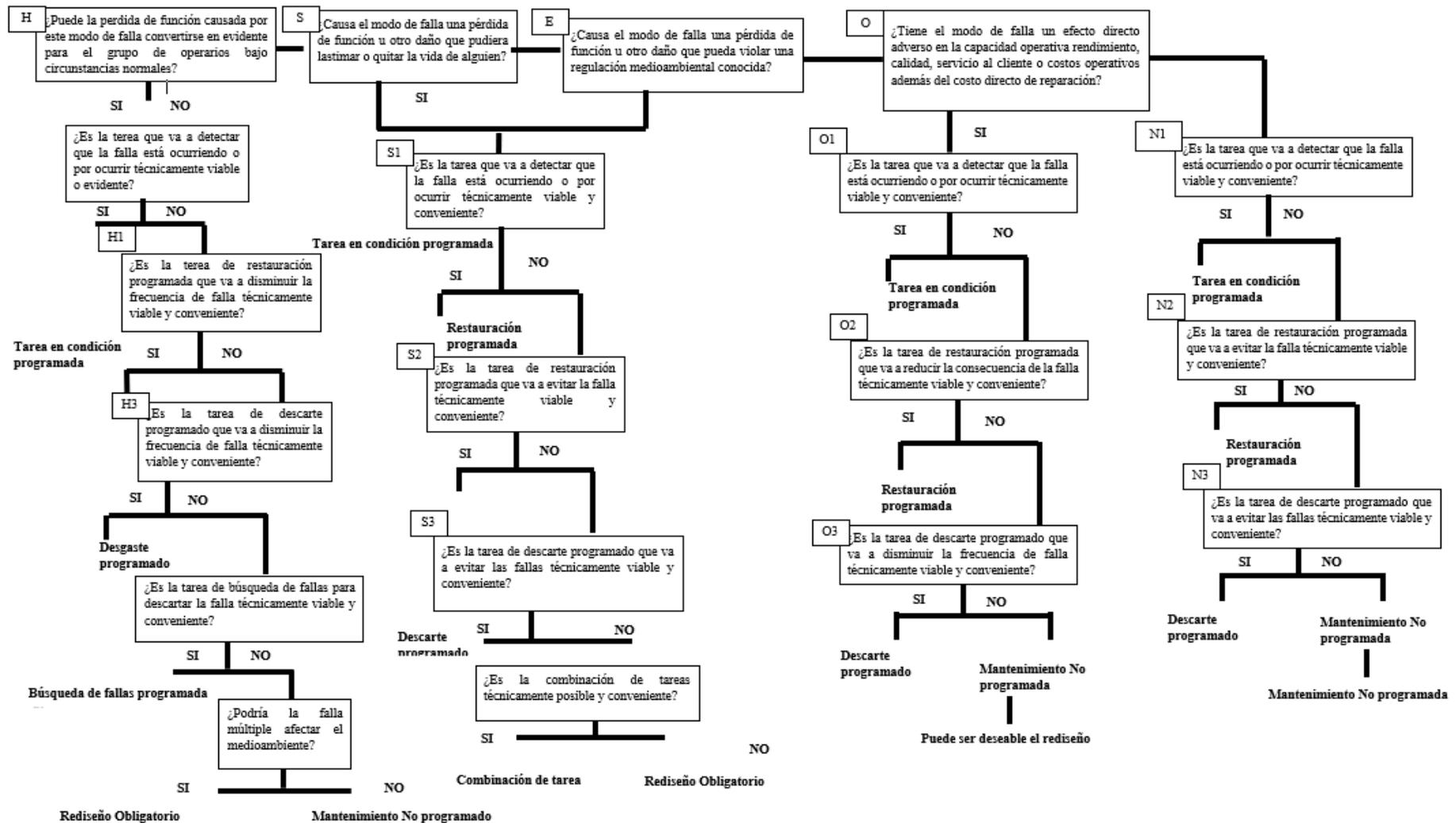


Figura 4-2: Diagrama de decisión

Fuente: (Moubray, 2004, p.184)

2.10 Selección de Tareas

2.10.1 Hoja de decisión y diagrama de decisión

Es una plantilla en donde se detalla información obtenida luego de responder unas preguntas que se establece en el diagrama de decisión del RCM, en las tres primeras columnas se detalla el código de modo de falla, las siguientes 4 columnas detallan las consecuencias que ocasionan estos modos de falla, en las tres columnas siguientes se podrá determinar qué fallas son las suficientemente serias como para garantizar una modificación, elegir tareas basadas en la condición, tareas proactivas o tomar acciones a la falta de las mismas y permitir que las fallas ocurran, también será útil para determinar la rutina de mantenimiento que se va a realizar con la respectiva frecuencia y el técnico encargado de realizar la tarea. (Ramirez , 2020, p.30)

Tabla 24-2: Hoja de decisión

Hoja de trabajo de decisión RCM			Sistema:									Área:	Realizado por:	Fecha:	Hoja:
			Subsistema:									Código del sistema	Revisado por:	Fecha:	De:
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"			Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4			

Fuente: (Moubray, 2004, p.183)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

2.10.2 Identificación tareas proactivas

Para poder evitar que un componente alcance su estado de falla, se inicia enlistando las posibles tareas proactivas, considerando si es técnicamente posible, ya que depende de las características de la falla, debe ser muy determinante si queremos efectuarlas para tomar una sola decisión, considerando que no es fácil saber cuándo una tarea proactiva es técnicamente y económicamente factible, ya que requiere de un juicio mayor. (MOUBRAY, 2004, p. 155)

Tabla 25-2: Tareas proactivas

Tareas proactivas	
Tareas:	Descripción:
Reacondicionamiento cíclico	Sustituir uno o conjunto de componente de manera que lo necesite o no.
Sustitución cíclica	Tareas de sustitución de uno o conjunto de componentes.
Mantenimiento a condición	Dan algún tipo de advertencia antes de suceder fallos potenciales. Se considera primero en el proceso de selección de tareas.

Fuente: (Moubray, 2004, p.155)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

2.10.3 Acciones a la falta de tareas proactivas

Cuando no podamos encontrar fácilmente una tarea proactiva que logre reducir las consecuencias del fallo de un componente, debemos optar por ejecutar las acciones a la falta de tareas.

Tabla 26-2: Acciones a la falta de tareas

Acciones a la falta de tareas	
Acciones	Descripción
Búsqueda de fallas	Se aplica a fallas ocultas o no reveladas.
Rediseño	Cambios de las características propias de un componente, una sola vez.
Mantenimiento a rotura	No se realiza acciones, sino se deja que falle para repararla.

Fuente: (Moubray, 2004 p.158-173)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

2.10.4 Frecuencias de las tareas

Las frecuencias de ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo programado, es decir el intervalo de monitorización, depende del tipo de fallo y de su tasa de crecimiento. Este intervalo de monitoreo también está influenciado por factores tales como la operación, costos, criticidad de equipos. Otros de los criterios que se utiliza para establecer los intervalos son: criterios analíticos estadísticos (técnicas de análisis causa raíz, arboles de fallo, AMFE), criterios basados en la experiencia de acuerdo a expertos y personal relacionado con el equipo, y criterios de evaluación de la condición, determinado por resultados de diagnóstico técnico. (Padrón , 2020, p.11)

Tabla 27-2: Criterios para determinar las frecuencias de tareas.

Criterios de fiabilidad
Criterios contractuales
Criterios por experiencia del personal técnico
Criterios de acuerdo al contexto operacional
Según manuales del fabricante
De acuerdo a la vida de un repuesto
RCM
Diagrama P-F
Información de Normas
Resultado de análisis técnicos

Fuente: (Padrón , 2020, p12)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Para criterios de fiabilidad se necesita información, es decir datos históricos registrados que será de utilidad para definir las frecuencias. La estadística a partir de la bondad de ajuste permite establecer que tan probable es que una función de distribución elegida, genere un conjunto de datos, y elegir la que mejor represente los mismos, una prueba de bondad de ajuste es el test de Kolmogorov Smirnov, que en su prueba utiliza la distribución Exponencial, Weibull, Normal y

Gamma. El test básicamente consiste en calcular los valores absolutos de las diferencias entre valores de probabilidad acumulada teóricas $F(t_i)$ y empíricas $\hat{F}(t_i)$. El valor del resultado denotado $K-S_{\text{value}}$ es el valor absoluto de la máxima diferencia encontrada.

Tabla 28-2: Ecuaciones para diversas distribuciones de probabilidad

Descripción	Exponencial	Weibull	Normal	Gamma
Función de densidad de probabilidad de fallo $f(t)$	$f(t)=\lambda e^{-\lambda t}$	$f(t)=\frac{\beta(t)^{\beta-1}}{\alpha^\beta} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	$f(t)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2}$	$f(t)=\frac{t^{\alpha-1}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} e^{-\frac{t}{\beta}}$
Función de distribución acumulada de probabilidad de fallo. $F(t)$	$F(t)=e^{-\lambda t}$	$F(t)=1-e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	$F(t)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \left(e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} \right) dt$	$F(t)=\frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^t t^{\alpha-1} e^{-\frac{t}{\beta}} dt$
Función de fiabilidad $R(t)$	$R(t)=1-F(t)$	$R(t)=e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	$R(t)=1-F(t)$	$R(t)=1-F(t)$
El riesgo $\lambda(t)$	$\lambda(t)=\frac{f(t)}{R(t)}$	$\lambda(t)=\frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$	$\lambda(t)=\frac{f(t)}{R(t)}$	$\lambda(t)=\frac{f(t)}{R(t)}$

Fuente: (Padrón, 2020, p.12)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 29-2: Ecuaciones de los parámetros de las distribuciones

Exponencial	Weibull	Normal	Gamma	Kolmogorov.S
$\lambda = \frac{n}{\sum_{i=1}^n t_i}$	$\alpha = \left(\frac{\sum_{i=1}^n t_i^\beta}{n} \right)^{1/\beta}$	$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$	$\alpha = \frac{(n-1)(\sum_{i=1}^n t_i)^2}{n^2 \sum_{i=1}^n (t_i - \mu_x)^2}$	$ F(t_i) - \hat{F}(t_i) $
n=número de equipos de muestra. t=tiempo	$\frac{\sum_{i=1}^n [t_i^\beta \ln(t_i)]}{\sum_{i=1}^n t_i^\beta} - \frac{1}{\beta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(t_i)$	$\sigma^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (t_i - \mu)^2$	$\beta = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (t_i - \mu_x)^2}{(n-1) \sum_{i=1}^n t_i}$	$ F(t_i) - \hat{F}(t_i-1) $

Fuente: (Padrón, 2020, p.13)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

De Test se elige la distribución más idónea, para calcular las frecuencias se propone utilizar un modelo matemático para la sustitución total, que son aplicados a sistemas completos ,donde la sustitución se hace luego de que ocurre un fallo (sustitución correctiva, SC), o después de que ha funcionado un tiempo determinado (sustitución preventiva, SP).En las políticas de sustitución preventiva se determina el intervalo de tiempo óptimo entre sustituciones preventivas, de manera que el costo esperado por unidad de tiempo sea el mínimo.

En la presente política de sustitución a intervalos constantes se emplea las siguientes fórmulas para el cálculo de las frecuencias.

$$CTE(t_p) = \frac{C_p + C_c N(t_p)}{t_p} \quad (5)$$

$$N(t_p) = \int_0^{t_p} \lambda(t) dt \quad (6)$$

Tabla 30-2: Notación de las políticas

C_p :	coste de la sustitución preventiva
C_c :	coste de sustitución correctiva
t_p	tiempo al que se realiza S_p
$F(t)$	función de distribución de la probabilidad de tiempo hasta el fallo
$f(t)$	función de densidad de probabilidad de tiempo hasta el fallo
$N(t_p)$	numero de fallos esperados en el intervalo $(0, t_p)$
CTE (t_p)	coste total esperado por unidad de tiempo.

Fuente: (García , 2003. p.50)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

2.10.5 Agrupación de tareas en rutinas

Una vez que se establecen las tareas de mantenimiento es conveniente agruparlas, a las tareas también se les denomina lo que son conocidas como rutas de mantenimiento (diferentes equipos) o gamas de mantenimiento (tareas a un mismo equipo) que tienen el fin de facilitar la ejecución de las tareas, existen ciertos aspectos para poder agruparlas. (Garcia, 2003. p.50)

Tabla 31-2: Agrupación de las tareas, gamas y rutas de mantenimiento

Tareas agrupadas por frecuencia de realización	Se buscará establecer tareas diarias semanales, mensuales, anuales, etc.
Tareas referidas al mismo equipo.	Se obtendrán tareas importantes e indispensable del equipo (manuales).
Tareas referidas a la misma área	Agrupar tareas que se refieren a una misma área y ordenar la ejecución.
Tareas realizadas por profesionales	Eléctricos, mecánicos, instrumentistas, lubricación, ajuste y calibración, etc.

Fuente: (García, 2003. P.51)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

2.11 Documentos del mantenimiento

El mantenimiento centra como documento principal a la orden de trabajo para la ejecución de la actividad, el origen de una OT puede ser por mantenimiento correctivo ya sea generado por el área de mantenimiento o producción, rediseño, nueva instalación, normas de seguridad e higiene, o por orden de un programa ya establecido ,se procede a planificar la ejecución de la orden tomando en cuenta la logística necesaria, para un correcto registro se necesita documentación que detalle los repuestos, herramientas, procedimientos e instrucciones, necesarios para desarrollar la actividad, al final del proceso se pretende tener un buen registro de costos, de tiempos de reparación ,historiales de paradas, todos estos documentos necesarios para realizar análisis que me permitan generar indicadores de gestión y una evaluación constante del mantenimiento.

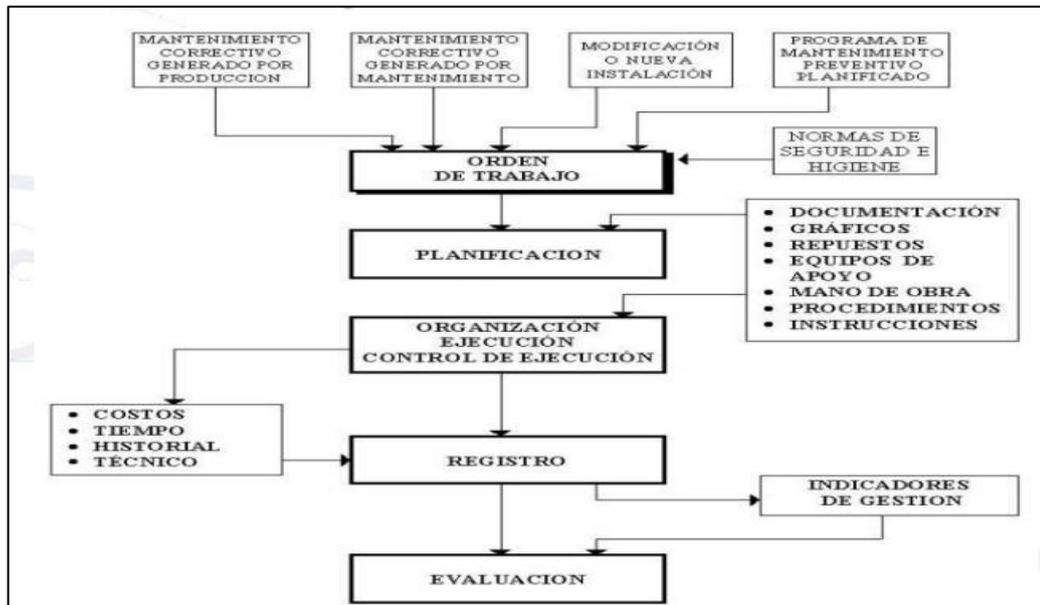


Figura 5-2: Flujo de la orden de trabajo y documentos asociados

Fuente: (C y V Ingeniería, 2021)

2.12 Indicadores de mantenimiento

Es un ente que se utiliza para realizar una evaluación de una situación y que generalmente utiliza ecuaciones. Los indicadores claves de desempeño también llamados KPI's (Key Performance Indicators) son herramientas que nos ayudan a obtener resultados efectivos en desempeño y eficiencia para poder tomar decisiones efectivas. Dentro del mantenimiento, un solo indicador no es suficiente para evaluar el rendimiento, sino que tenemos que utilizar algunos indicadores que son llamados asociados, es decir, no de manera individual sino en conjunto nos van a indicar si nos estamos acercando a los objetivos planteados. (UNE EN 15341, 2008, p.6)

En lo cotidiano se encuentra con tres KPI básicos del mantenimiento que se calculan si se cuenta con un registro de paradas de los activos a mantener.

Tabla 32-2: Indicadores del mantenimiento

Sistema de indicadores básicos del mantenimiento		
KPI	Descripción	Fórmula
MTTR	Tiempo medio para repara	$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR_i}{n}$
MTBF	Tiempo medio entre Fallas	$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^m TBF_i}{m}$
Disponibilidad Inherente o Intrínseca	No toma en cuenta mantenimientos preventivos (UT=BTF) (DT=TTR)	Disponibilidad Inherente= $A_I = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$

Fuente: (UNE EN 15341, 2008, pp.9-12)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

2.13 Logística y programación de las tareas de mantenimiento:

Se elabora una tabla con las tareas de mantenimiento en donde se considere todo lo necesario para ejecutar la tarea de mantenimiento, incluyendo materiales, un listado de repuestos críticos, y con detalle de costos por actividad.

Para seleccionar los repuestos que mayormente se utilizan en la fábrica láctea se utilizó una metodología sencilla de los repuestos basados en confiabilidad, el cual se basa en una matriz de criticidad, en donde podemos evaluar diferentes factores y ponderarlos a la realidad de la empresa, este proceso nos ayuda para ser más certeros al momento de elegir los repuestos y materiales que son de mucha importancia para la mantención de los equipos.

2.13.1 Cálculo de la mano de obra de mantenimiento

Con el fin de contabilizar los costos de mantenimiento, es indispensable calcular el costo de la hora / hombre ($C_{h/h}$) cuando el personal interviene en actividades de mantenimiento dentro de la empresa Campo Fino, y para el cual se deberá tomar en cuenta las especificaciones que contemplan los componentes salariales del código de trabajo de nuestro país, y para su cálculo se emplea las siguientes formula.

$$C_{h/h}^M(\text{costo hora/ hombre de mtto}) = \frac{MO_{MA}(\text{mano de obra al año})}{(50 \text{ sem} * 48 \text{ h}) * NTM_T(\text{número de técnicos})} \quad (9)$$

$$MO_{MNP}(\text{MO. mantenimiento no planeado}) = C_{h/h}^M * \frac{h}{h} MNP(\text{h/ h de mantenimiento correctivo}) \quad (10)$$

Con las rutinas, tareas determinadas, y todo lo que asocia al plan, se procede a su desarrollo de forma ordena en Excel, en donde constara toda la metodología aplicada de forma comprensible para el técnico de mantenimiento.

Una vez que se tenga todo detallado y ordenado se procede a la capacitación apropiada para el uso de la matriz de mantenimiento

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

3.1 EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La herramienta a utilizar se determinó en el capítulo anterior, tomando en cuenta los atributos de evaluación según la norma UNE 151001, y una encuesta dirigida al técnico de mantenimiento,

3.1.1 *Comunicación de evaluación del mantenimiento*

En primera instancia se realizó un comunicado para realizar la visita a la empresa Campo Fino, con el gerente de la planta y el técnico responsable de mantenimiento como se muestra:

<p style="text-align: center;">MEMORÁNDUM DE COMUNICACIÓN DEL EQUIPO AUDITOR</p> <p>Para: Empresa láctea “Campo Fino” De: Auditor Líder Asunto: Comunicado del proceso de auditoría de gestión de mantenimiento Fecha: 11 de enero del 2021</p> <p>De acuerdo a las obligaciones que debe ejercer el encargado de la auditoría, me dirijo a usted para informarle que se va a someter a un proceso de auditoría de la madurez de la gestión de mantenimiento de forma general y específica de acuerdo a cada nivel de intervención de los activos físicos de la empresa láctea Campo Fino, bajo la norma europea UNE EN 151001.</p> <p>Sin otro en particular, me es grato suscribirme de usted</p> <p>Sr. Jhonnatan Fala Auditor Líder</p>
--

Figura 1-3: Contacto inicial con el auditado

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

3.1.2 Preparación de actividades de evaluación.

Los documentos preparados para la ejecución de la auditoría fueron:

- Instrumento de evaluación (desde la tabla 7-2 hasta la tabla 11-2)
- Plan de auditoría (tabla 34-2)
- Formato de revisión

Tabla 1-3: Plan de auditoría

Aspectos generales		
Objetivos de la auditoría:	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar las conformidades y no conformidades de la gestión de mantenimiento de la empresa láctea. - Identificar el grado de madurez del mantenimiento de acuerdo a un método cuantitativo 	
Alcance de la auditoría:	Área: Mantenimiento Actividad: Nivel de mantenibilidad de la gestión actual y niveles de intervención del mantenimiento.	
Equipo auditor:	1 auditor	
Descripción de actividades		
Nro.	Orden del día	Recursos
1	Reunión previa: <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los documentos a utilizar - Obtener permiso para proceder con la evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal involucrado de mantenimiento de Campo Fino - Laptop - Instrumento auditor - Auditor
2	Reunión de apertura: <ul style="list-style-type: none"> - Presentación del auditor - Presentar la actividad a los involucrados 	
3	Evaluación de atributos: <ul style="list-style-type: none"> - Atributos generales - Atributos específicos 	
4	Reunión de cierre: <ul style="list-style-type: none"> - Revisar la conformidad con los objetivos y alcance - Exponer las conformidades - Presentar conclusiones 	
5	Elaboración de informe <ul style="list-style-type: none"> - Identificar las no conformidades encontradas - Exponer los grados de madurez encontrados 	

Fuente: (ISO 19011, 2011 p.17)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

3.1.3 Ejecución de la evaluación

Se empezó por la apertura de la reunión, donde estuvo presente los técnicos de mantenimiento como parte involucrada y se dio una interrelación de ambas partes, la buena comunicación fue importante para programar la visita, En la tabla 34-3 se detalla el proceso de evaluación.

Tabla 2-3: Reunión de apertura de auditoria

	Reunión de apertura de auditoría de gestión de mantenimiento	Fecha:	15 de enero del 2021
		Elaborado por:	Jhonnatan Fala
<p>En la ciudad de Salcedo, provincia De Cotopaxi, El día 15 de enero del 2021 a las 10 horas se dio a apertura de la auditoría con el personal involucrado del mantenimiento y el auditor Para tratar lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación del auditor. 2. Dar a conocer el objeto, alcance, atributos de la de la evaluación y calificación 3. Coordinación de las actividades a realizar con los involucrados 4. Desarrollo de una encuesta al técnico encargado 5. Elegir al técnico encargado, y compartir información correspondiente a los niveles de intervención y de forma general. <p>A lo largo de la ejecución de la auditoria, siempre existirá dialogo entre auditor y auditado, para la comunicación del progreso de la auditoría, y tratar diferentes deficiencias encontradas.</p> <p style="text-align: center;">Sr. Jhonnatan Fala Ing. Carlos Cadena Auditor Técnico de mantenimiento encargado</p>			
Revisado por:		Ing. César Gallegos	

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 3-3: Cronograma de actividades de auditoría

	Cronograma de auditoría de gestión del mantenimiento	Fecha:	15 de enero del 2021
		Elaborado por:	Jhonnatan Fala
Cronograma de actividades.			
Hora	Actividad	Personal Involucrado	Requisito
10:00	Reunión de apertura	Auditor y técnico responsable de mantenimiento	ISO 19011 (6.4.2) Tabla 7-2
10:30	Encuesta	Auditor y técnico responsable de mantenimiento	Tabla 11-2
11:00	Evaluación de atributos generales	Auditor y técnico responsable de mantenimiento	Tabla 8-2 Tabla 10-2
11:30	Evaluación de atributos específicos	Auditor y técnico responsable de mantenimiento	Tabla 9-2 Tabla 10-2
13:00	Reunión de cierre	Auditor y técnico responsable de mantenimiento	ISO 19011 (6.4.9)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Se realizó una encuesta de donde se obtuvo las siguientes respuestas empíricas por parte del técnico de mantenimiento a cargo, de la pregunta 1,3,y 4 de la encuesta detallada en la (tabla 11-2) se obtuvo que la empresa Campo Fino realiza mayores actividades de mantenimiento correctivo, y de acuerdo a una matriz de actividades de mantención que cada año se presenta para la otorgación de permisos, el técnico encargado determino que ninguna tarea descrita en esta matriz se cumple de acuerdo al orden previsto, es decir las tareas se cumplen en un 0%,la matriz carece de la información necesaria para planificar las tareas, en este año 2020 ha sufrido una parada de 36 horas lo que llevo a que exista perdidas de producción de \$3600.00 dólares.

Tabla 4-3: Porcentaje de tareas de mantenimiento Campo Fino

Resultados de la segunda pregunta	Conclusiones
<p style="text-align: center;">Porcentaje de tareas de mantenimiento Campo Fino</p> <p>Tareas correctivas que se realizan en la empresa: 80%</p> <p>Tareas preventivas que se realizan en la empresa: 20%</p>	<p>Se determinó que el porcentaje de tareas de mantenimiento preventivo se realizan en un 20%, y el porcentaje de tareas de mantenimiento correctivo se realizan en un 80%</p>

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Se realizo la evaluación de la mantenibilidad de la empresa Campo Fino de forma global según la norma UNE 151001, y se determinó que el indicador general de mantenibilidad de la empresa se encuentra con un peso de 2,24 como se muestra en la (tabla 37-3) y

Tabla 5-3: Evaluación de atributos generales de la empresa Campo Fino.

Atributo General		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	$PGi/\sum PGi$	$Gi \times (PGi/\sum PG)$
G1	Simplicidad	2	3	0,120	0,24
G2	Identificación	1	3	0,120	0,12
G3	Modularización	2	3	0,120	0,24
G4	Tribología	2	4	0,160	0,32
G5	Ergonomía	4	3	0,120	0,36
G6	Estandarización	2	3	0,120	0,24
G7	Vigilancia	3	3	0,120	0,36
G8	Relación con el fabricante	3	3	0,120	0,24
Total			25	1	
Indicador de mantenibilidad General					2,24

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Se realizó la evaluación de acuerdo a cada nivel de mantenimiento. A nivel 1 de intervención se describe acciones simples de mantenimiento sin parada del equipo, el personal de intervención pueden ser los operadores o personal de mantenimiento de la empresa, los medios utilizados son herramientas simples definidas en instrucciones previas. Sin tiempo de indisponibilidad.

Tabla 6-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 1

Atributo Específicos		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	$PGi/\sum PGi$	$Gi \times (PGi/\sum PG)$
V1	Accesibilidad	4	3	0,103	0,414
V2	Montaje/ desmontaje	3	3	0,103	0,310
V3	Formación	3	4	0,138	0,414
V4	Organización del personal	3	3	0,103	0,310
V5	Entorno	4	3	0,103	0,414
V6	Repuestos	3	3	0,103	0,310
V7	Herramientas y útiles	2	3	0,103	0,207
V8	Coordinación interdepartamental	2	3	0,103	0,207
V9	Documentación	1	4	0,138	0,138
Total			29	1	
Indicador de mantenibilidad específico a nivel 1					2,72

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

A nivel 2 se realizan acciones de mantenimiento, con intercambio de componentes funcionales, lo pueden realizar el personal de mantenimiento u operadores, utilizando medios sencillos y piezas habituales de repuestos. La indisponibilidad se estima en minutos.

Tabla 7-3: Indicador de mantenimiento específico a nivel 2

Atributo Específicos		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	$PGi/\sum PGi$	$Gi \times (PGi/\sum PG)$
V1	Accesibilidad	3	3	0,111	0,333
V2	Montaje/ desmontaje	3	2	0,074	0,222
V3	Formación	3	3	0,111	0,333
V4	Organización del personal	3	3	0,111	0,333
V5	Entorno	3	3	0,111	0,333
V6	Repuestos	2	3	0,111	0,222
V7	Herramientas y útiles	2	3	0,111	0,222
V8	Coordinación interdepartamental	2	3	0,111	0,222
V9	Documentación	1	4	0,148	0,148
Total			24	1	
Indicador de mantenibilidad específico a nivel 2					2,37

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

A nivel 3 se refiere a la identificación y diagnóstico de fallos, los cuales debe realizarse por un personal capacitado de la empresa o servicio externo, las herramientas utilizadas, son aparatos de medidas, pruebas, ensayos etc., la indisponibilidad se puede estimar en horas.

Tabla 8-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 3

Atributo Específicos		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	$PGi/\sum PGi$	$Gi \times (PGi/\sum PG)$
V1	Accesibilidad	2	3	0,100	0,200
V2	Montaje/ desmontaje	2	3	0,100	0,200
V3	Formación	3	4	0,133	0,400
V4	Organización del personal	2	3	0,100	0,200
V5	Entorno	3	3	0,100	0,300
V6	Repuestos	2	4	0,133	0,267
V7	Herramientas y útiles	2	3	0,100	0,200
V8	Coordinación interdepartamental	2	3	0,100	0,200
V9	Documentación	1	4	0,133	0,133
Total			30	1	
Indicador de mantenibilidad específico a nivel 3					2,10

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

A nivel 4 son revisiones con un equipo formado por técnicos especializados, en taller o fuera de la planta, donde se utiliza herramientas especializadas, en general, aparatos de ensayos, control, etc. La indisponibilidad se puede estimar hasta en días.

Tabla 9-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 4

Atributo Específicos		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	$PGi/\sum PGi$	$Gi \times (PGi/\sum PG)$
V1	Accesibilidad	2	3	0,09375	0,1875
V2	Montaje/ desmontaje	2	4	0,125	0,25
V3	Formación	2	4	0,125	0,25
V4	Organización del personal	2	3	0,09375	0,1875
V5	Entorno	3	3	0,09375	0,28125
V6	Repuestos	1	4	0,125	0,125
V7	Herramientas y útiles	2	3	0,09375	0,1875
V8	Coordinación interdepartamental	1	4	0,125	0,125
V9	Documentación	1	4	0,125	0,125
Total			32	1	
Indicador de mantenibilidad específico a nivel 4					1,71875

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

A nivel 5 se realizan actividades como renovación, reconstrucción, o reparaciones importantes, que realizan un equipo técnico completo y polivalente, o el taller del fabricante, se utiliza medios de fabricación de elementos en estudio su indisponibilidad se puede estimar en semanas.

Tabla 10-3: Indicador de mantenibilidad específico a nivel 5

Atributo Específicos		Evaluación del atributo	Importancia para la mantenibilidad	Cálculo del peso	Peso
		Gi (0 a 4)	PGi (0 a 4)	$PGi/\sum PGi$	$Gi \times (PGi/\sum PG)$
V1	Accesibilidad	2	3	0,09375	0,1875
V2	Montaje/ desmontaje	2	4	0,125	0,25
V3	Formación	1	4	0,125	0,125
V4	Organización del personal	2	3	0,09375	0,1875
V5	Entorno	2	2	0,0625	0,125
V6	Repuestos	1	4	0,125	0,125
V7	Herramientas y útiles	2	4	0,125	0,25
V8	Coordinación interdepartamental	1	4	0,125	0,125
V9	Documentación	0	4	0,125	0
Total			32	1	
Indicador de mantenibilidad específico a nivel 5					1,375

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021.

Una vez culminada la etapa de recolección de evidencias se realiza la reunión de cierre. Como se observa en la (tabla 43-3)

3.1.4 Conclusiones y Representación gráfica

El valor de grado de madurez se puede interpretar de acuerdo a cada nivel de intervención de forma numérica, de manera general los indicadores que tienen un puntaje cerca de cuatro cuentan con atributos que son importantes para el mantenimiento de la procesadora de lácteos, así mismo si el peso baja, quiere decir que aun nivel más detallado presentan atributos importantes que muchas de las veces, y según la complejidad de los activos se torna más difícil proceder a las actividades del mantenimiento, estableciendo las siguientes conformidades. Ver (tabla 44-3).

En el (gráfico 2-3) es un indicador de mantenibilidad, y se puede interpretar las conformidades existentes luego de la evaluación y tomar acciones correctivas. El atributo de identificación de los activos y sus componentes dentro de la empresa es malo, por lo que se procedió a realizar un inventario con una estructura correcta identificando las diferentes partes funcionales de los activos, en los indicadores por niveles de intervención se puede determinar que en común hay problemas con los atributos referentes al apoyo logístico, la mala documentación, mala gestión de repuestos, herramienta, útiles, y coordinación interdepartamental, por lo que se procedió a

realizar un análisis RCM a los sistemas más críticos y de criticidad media de la empresa Campo Fino, y realizar un plan de mantenimiento sencillo que sea apropiado para organizar las actividades de mantenimiento.

Tabla 11-3: Acta de Reunión de cierre de auditoría

	Reunión de cierre de auditoría de gestión de mantenimiento	Fecha:	15 de enero del 2021																					
		Elaborado por:	Jhonnatan Fala																					
<p>En la ciudad de Salcedo, provincia De Cotopaxi, El día 15 de enero del 2021 a las 13:30 horas se dio el cierre de la auditoría con un propósito de informar los atributos obtenidos de la auditoría realizada en la empresa “Campo Fino”, los resultados fueron:</p>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Indicador</th> <th>Grado de madurez</th> <th>Conformidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mantenibilidad general</td> <td>2,24</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>Nivel 1</td> <td>2,72</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>Nivel 2</td> <td>2,37</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>Nivel 3</td> <td>2,10</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>Nivel 4</td> <td>1,72</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>Nivel 5</td> <td>1,38</td> <td>Malo</td> </tr> </tbody> </table>				Indicador	Grado de madurez	Conformidad	Mantenibilidad general	2,24	Regular	Nivel 1	2,72	Bueno	Nivel 2	2,37	Regular	Nivel 3	2,10	Regular	Nivel 4	1,72	Regular	Nivel 5	1,38	Malo
Indicador	Grado de madurez	Conformidad																						
Mantenibilidad general	2,24	Regular																						
Nivel 1	2,72	Bueno																						
Nivel 2	2,37	Regular																						
Nivel 3	2,10	Regular																						
Nivel 4	1,72	Regular																						
Nivel 5	1,38	Malo																						
<p>Conclusión de la auditoria:</p> <p>Se ha determinado que existen conformidades regulares que deben ser analizados para tomar medidas para mejorar los atributos, el indicador de mayor puntaje fue el de mantenibilidad a nivel 1 con una conformidad de bueno, referido a las acciones simples de mantenimiento, a nivel 5 la mantenibilidad es mala, a los demás indicadores se encuentran en una mantenibilidad regular, se determina la necesidad de levantar un inventario técnico de activos y desarrollar un nuevo plan de mantenimiento sencillo que permita organizar las actividades.</p>																								
<p>Sr. Jhonnatan Fala Auditor</p>		<p>Ing. Carlos Cadena Técnico de mantenimiento encargado</p>																						
<p>Revisado por:</p>		<p>Ing. César Gallegos</p>																						

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021.

Tabla 12-3: Resultado de la evaluación de indicadores y conformidades.

Indicador	Grado de madurez	Conformidad
Mantenibilidad general	2,24	Regular
Nivel 1	2,72	Bueno
Nivel 2	2,37	Regular
Nivel 3	2,10	Regular
Nivel 4	1,72	Regular
Nivel 5	1,38	Malo

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

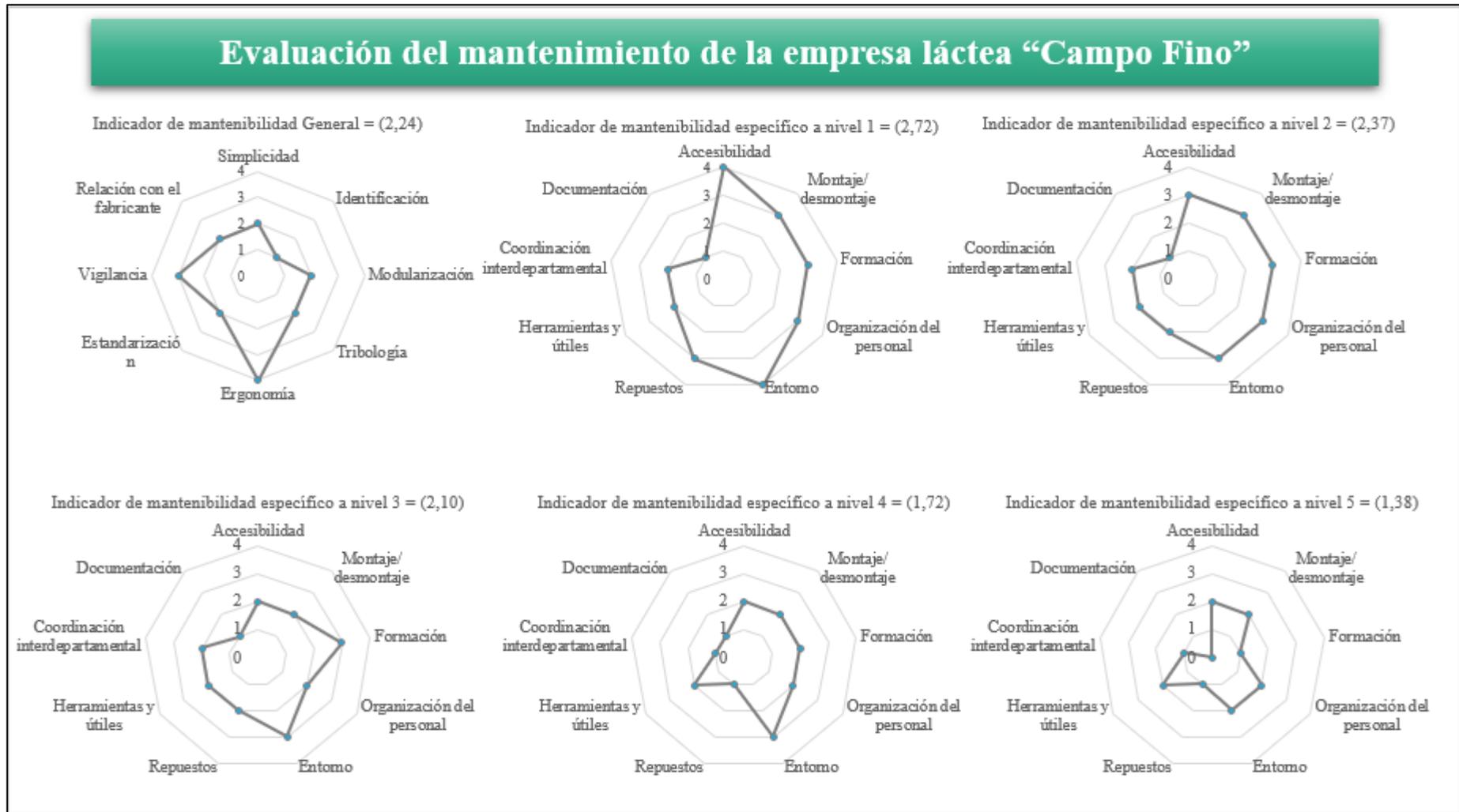


Gráfico 1-3: Indicadores de mantenibilidad específica de la empresa Campo Fino

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

3.1.5 *Elaboración del informe final de auditoría*

Se toma en cuenta la guía de la norma como informe de una sola página, además se enlista los documentos internos existentes que han sido revisados.

Tabla 13-3: Documentos auditados

Nro.	Código	Descripción	Conformidad -Estado
01	-	Inventario técnico de los equipos	Malo -vigente
02	-	Cronograma de mantenimiento	Malo -caducado
03	-	Perfil de personal de mantenimiento	Bueno- vigente
04	-	Historial de fallas	Malo - vigente

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

El informe de encuesta evaluada se encuentra en el anexo A , pero antes de esta se debe colocar una hoja preliminar con los siguientes datos:

Tabla 14-3: Hoja preliminar de resumen de auditoría

Evaluación del indicador de mantenibilidad de la empresa láctea Campo Fino	
Empresa:	Empresa láctea Campo Fino
Ubicación:	Salcedo – Cotopaxi
Auditor y cualificación.	Jhonnatan Fala
Fecha:	15 de enero de 2021
Personas involucradas:	Técnico encargado del mantenimiento, y ayudante del mantenimiento.
Entorno operacional donde se realiza la evaluación:	
<p>Los activos de la empresa trabajan en un ambiente de humedad, ya que en todos los procesos de derivados lácteos se utiliza agua en diferentes estados, en su mayoría de acero inoxidable, trabajando a una temperatura de 15 °C a 2690 msnm, La empresa trabaja en un promedio de 8 horas diarias ,los reglamentos de control son netamente los de regulación, control y vigilancia sanitaria, con la resolución (ARCSA-DE-067-2015-GGG) que otorga permisos de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) para que las procesadoras de alimentos puedan funcionar. Dentro de esta incluye aspectos de mantenimiento, producción, seguridad y ambiente, las cuales manejan un control riguroso cada año.</p>	
Atributos que necesitan revisión importante:	
<p>Los atributos más importantes para que la mantenibilidad mejore son en su mayoría atributos que tienen que ver con la logística del mantenimiento entre estos atributos están:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación (Inventario) - Documentación (Documentos y cronograma de mantenimiento) - Coordinación interdepartamental - Repuestos, recursos y herramientas. 	
Estado de mantenibilidad	Mantenibilidad regular

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

3.2 Listado y codificación de equipos

Se realizó un reconocimiento de la planta y sus diferentes activos, determinando que se pueden organizar de manera más práctica y sistemática, se determinaron las diferentes áreas que se enlistan a continuación en la (tabla 47-3), además de que en cada una de estas existen activos de baja complejidad, encontrándose en el área de producción de leche los sistemas de alta complejidad y alto valor de adquisición.

Tabla 15-3: Áreas de la procesadora de lácteos

Áreas de la procesadora de lácteos Campo Fino	
AC	Área de aire comprimido
GE	Área de generación eléctrica
GF	Área de generación de frío
GV	Área de generación de vapor
LB	Laboratorio
RL	Área de recepción de leche
PL	Área de producción de leche
PY	Área de producción de yogurt
PQ	Área de producción de queso
PR	Área de producción de refresco
EM	Área de emulsión
AS	Área de suero
ET	Área de etiquetado
BP	Bodega de plásticos
BQ	Bodega de químicos
OF	Oficina
TM	Taller de mantenimiento
PV	Parque vehicular
AD	Área de desinfección
TA	Tratamientos de aguas residuales

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Además, para poder tener una mejor perspectiva de los activos dentro de la empresa se realizó un lay out en Auto Cad, como se observa en la (figura 8- 3).

Para realizar el inventario se debe tener en cuenta que se está realizando nueva adquisición de equipos, y algunos de estos activos están ya comprados, pero aún no están instalados, y se proyecta que para el año 2022, entre esos nuevos equipos está una nueva línea de producción con una capacidad de 6000 L/h , un nuevo caldero de 80 BHP, un nuevo grupo electrógeno, mismos que serán tomados dentro de la máscara de codificación creada en el capítulo anterior, y deben estar ubicados dentro de cada área adquiriendo el código como corresponda. En el anexo B se enlistan todos los sistemas codificados con sus partes funcionales.

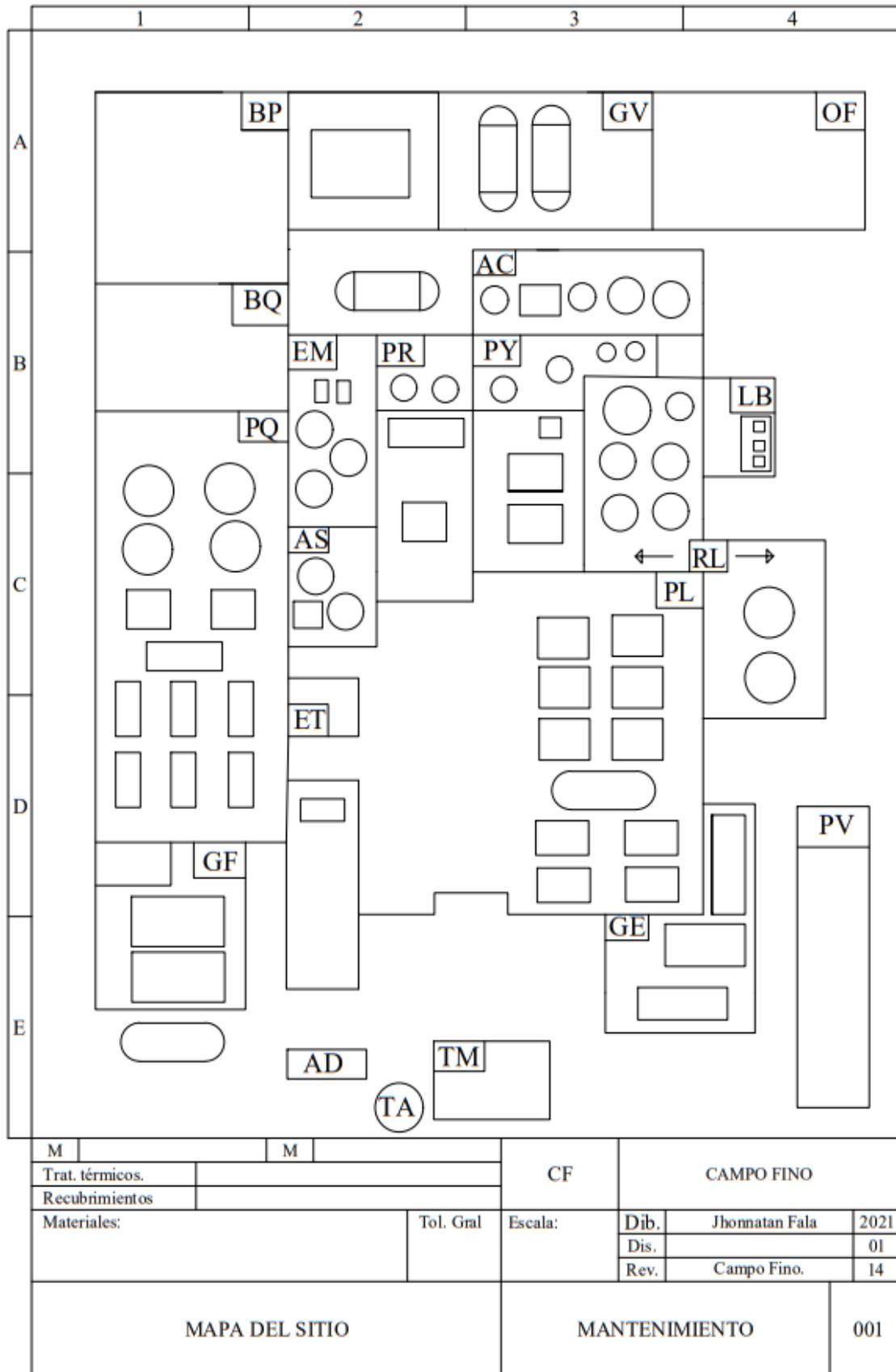


Figura 2-3: Lay out Campo Fino

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

En la (tabla 48-3) se aprecia un ejemplo de codificación empleada para la elaboración del inventario.

Tabla 16-3: Ejemplo de codificación área de generación de vapor

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4	
PLANTA		ÁREA		SISTEMA		EQUIPO	
Cód.	Descripción.	Cód.	Descripción.	Cód.	Descripción.	Cód.	Descripción.
CF	CAMPO FINO	GE	GENERACIÓN ELÉCTRICA	GE01	Grupo electrógeno 01	EMT01	Motor Diesel
						EGE01	Generador Eléctrico
						EGM01	Gabinete de Mando
						ETA01	Tablero Eléctrico
						MAE01	Admisión y Escape
						MAL01	Alternador
						MRE01	Sistema de Refrigeración
						MCH01	Chasis
				GE02	Grupo electrógeno 02	EMT02	Motor Diesel
						EGE02	Generador Eléctrico
						EGM02	Gabinete de Mando
						ETA02	Tablero Eléctrico
						MAE02	Admisión y Escape
						MAL02	Alternador
						MRE02	Sistema de Refrigeración
						MCH02	Chasis
				TR01	Transformador 01	EEE01	Estructura Eléctrica
						EDV01	Sección de alta tensión
						EDV02	Sección de baja tensión

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

3.3 Análisis de criticidad de los equipos

Para el análisis se tomaron en cuenta los parámetros descritos anteriormente en la (tabla 14-2) y (tabla 15-2), son factores para elaborar una matriz de criticidad total por riesgo que me permita cuantificar y clasificar a los sistemas por áreas según su criticidad. Algunos ejemplos de equipos críticos se muestran a continuación en la (tabla 39-3).

Tabla 17-3: Ejemplo de sistemas de acuerdo a su criticidad

Matriz de criticidad propuesta por modelo CTR							
4	MC	MC	C	C	C	<div style="background-color: green; color: white; padding: 5px;">NC</div> <div style="background-color: yellow; color: black; padding: 5px;">MC</div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px;">C</div>	Área de sistemas No Críticos
3	NC	MC	MC	C	C		
2	NC	NC	MC	C	C		
1	NC	NC	MC	MC	C		
0							Área de sistemas Críticos
	0	10	20	30	40	50	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 18-3: Análisis de Criticidad por sistemas de la empresa Campo Fino: hoja 1 de 6

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MÉTODO DE CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO. (CTR)		Frecuencia				Consecuencia													Frecuencia (FF)	Consecuencias (C)	Criticidad total por riesgo CTR=FFCC	
		Frecuencias de fallos (FF)				Impacto operacional (IO)				Flexibilidad operacional (FO)			Costo de mantenimiento (CM)		Medio ambiente y seguridad							
		Frecuente: Mayor a 5 fallos al año	Promedio: [3-4] fallos al año	Bueno: [1-2] fallos al año	Excelente: menos de 0,5 fallos al año	Pérdidas de producción superiores al 20%	Pérdidas de producción entre el 15% - 19	Pérdidas de producción entre el 10%-14%	Pérdidas de producción entre el 3% - 9%	Pérdidas de producción menor al 2%	No se cuenta con unidades de reserva	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de fo	Se cuenta con unidades de reserva en línea	Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 2.000 dólares	Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 600 dólares	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil recuperación	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el plazo corto) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales				
Ponderación de los factores		4	3	2	1	10	7	5	3	1	5	3	1	3	1	6	4	2	CTR	Tipo		
Código	Descripción del sistema																					
CF-GV-CH01	Caldero 1 (15 BHP)	X				X				X		X		X		X			4	24	96	C
CF-GV-CH02	Caldero 2 (25 BHP)	X				X				X		X		X		X			4	24	96	C
CF-GV-CH03	Caldero 3 (80BHP)			X					X		X		X				X		1	4	4	NC
CF-GV-AA01	Sistema de alimentación de agua		X					X		X			X				X		2	12	24	NC
CF-GV-AC01	Alimentación de Combustible		X					X	X						X				3	20	60	MC
CF-GE-GE01	Grupo electrógeno 1 Perkins 125		X					X			X				X				2	8	16	NC
CF-GE-GE02	Grupo electrógeno 2 Perkins 250			X				X			X		X		X				1	6	6	NC
CF-GE-TR01	Transformador 1 Ecuatran			X				X			X		X				X		1	4	4	NC
CF-AC-CP01	Compresor dos pistones			X				X			X		X				X		1	4	4	NC
CF-AC-CP02	Compresor tres pistones			X				X			X		X				X		1	4	4	NC
CF-AC-CP03	Compresor de tornillo		X					X	X				X				X		2	6	12	NC
CF-AC-CN01	Cilindro Hidroneumático 1		X					X			X		X				X		2	4	8	NC
CF-GF-CF01	Cuarto frío 1		X			X				X			X		X				2	12	24	NC
CF-GF-CF02	Cuarto frío 2		X			X				X			X		X				2	12	24	NC

Fuente: (Campo Fino, 2021)S

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Para la elección del área de criticidad a la que pertenece el sistema se analiza en la tabla siguiente.

Tabla 19-3: Ejemplo de criticidad de sistemas

Criticidad del caldero 1							
4	MC	MC	Caldero1	C	C	NC	Área de sistemas No Críticos
3	NC	MC	MC	C	C	MC	Área de sistemas de Media Criticidad
2	NC	NC	MC	C	C		
1	NC	NC	MC	MC	C	C	Área de sistemas Críticos
0							
	0	10	20	30	40	50	
El caldero 1 presenta una frecuencia de 4 y una consecuencia de 24, que multiplicados me da una criticidad de 96, y es considerado como un sistema crítico.							
Criticidad del sistema de alimentación de combustible							
4	MC	MC	C	C	C	NC	Área de sistemas No Críticos
3	NC	Alimentación Combustible	MC	C	C	MC	Área de sistemas de Media Criticidad
2	NC	NC	MC	C	C		
1	NC	NC	MC	MC	C	C	Área de sistemas Críticos
0							
	0	10	20	30	40	50	
El sistema de alimentación de combustible presenta una frecuencia de 3 y una consecuencia de 20, que multiplicados me da una criticidad de 60, y es considerado como un sistema de media criticidad.							
Criticidad del cuarto frío 1							
4	MC	MC	C	C	C	NC	Área de sistemas No Críticos
3	NC	MC	MC	C	C	MC	Área de sistemas de Media Criticidad
2	NC	Cuarto frío	MC	C	C		
1	NC	NC	MC	MC	C	C	Área de sistemas Críticos
0							
	0	10	20	30	40	50	
El cuarto frío 1 presenta una frecuencia de 2 y una consecuencia de 12, que multiplicados me da una criticidad de 24, y es considerado como un sistema no crítico.							

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

La criticidad de todos los sistemas de la empresa Campo Fino se detalla en el anexo C.

3.4 Determinación del contexto operacional de los sistemas más críticos de la empresa

Se detalla las características técnicas de los sistemas y sus condiciones de trabajo.

3.4.1 Fichas técnicas por sistemas

Todas las fichas técnicas elaboradas se enlistan en el anexo D

Tabla 20-3: Ficha técnica por sistemas

	Ficha técnica del homogeneizador 2		
	Empresa	Campo Fino	
	Ficha: 1		
Código	CF-PL-HM02		
Área	Producción de leche		
Descripción	Homogeneizador		
Centro de costos	N/A		
Marca	CE		
modelo	FBF028		
Matricula/N. serie	120062999		
Valor de adquisición	N/A		
Año de construcción	2012		
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito		
Fabricado por:	FBF ITALIA S.r.l		
Peso	1400 kg		
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz		
Consumo agua	0,30 m ³ /h		
Consumo de aire	0,3 NI/min		
Potencia instalada	31kW		
Corriente nominal	102A		
Capacidad		/h	3000
Presión máxima de trabajo		kg/cm ² (bar)	250
N revoluciones / min cigüeñal		Rev./min	178
Recorrido del pistón bombeante		mm	45
Diámetro del pistón bombeante		mm	60
Presión min de alimentación necesaria		Kg/ cm ² (bar)	2
Polea del motor eléctrico		116.SPBI80-3/C	
Polea del reductor		116.SPB450-3/C	
Correa de transmisión		115.SPB2120/A	
Productos tratados		Leche-Yogurt	
Presión de aire en el sistema neumático		3,5 bar	
Presión del aceite en el sistema de lubricación		7,5 bar	
Motor eléctrico principal			
AEG AMHE200LRG4-3 Fases -60 Hz-30 kW-220/380 Vac - Rev. min. 1.745-97 A-Cl.Is. F-IP55-Polos 4			
Motor del ventilador de refuerzo			
AEG AM63ZAA2-3 Fases-60 Hz-0,18 kW- 220/380 Vac – Rev. min. 3.320-1,1 A-Cl.Is. F-IP55-Polos 2			
Motor de la bomba de aceite			
AEG AM71ZBA4-3 Fases -60 Hz-0,37 kW-220/380 Vac – Rev. min 1.640 – 2,2 A-Cl.Is F-IP55-Polos 4			
Reductor			
T 3030 /3.94			
Manuales		Planos	
Si posee en oficina		Si posee en oficina	
Partes funcionales			
Grupo de bombeo	Sistema de transmisión	Reductor de velocidad	
Bomba de pistones	Sistema oleodinámico lub.	Sistema neumático	
Sistema de agua de alimentación	Válvula de homogenización	Tablero eléctrico	
Especificaciones tribológicas			
Aplicación		Cuantitativo	
Aceite cuerpo de bomba pistones		28,00 L	
Aceite del grupo oleo neumático		1 L	
		Tipo de aceite	
		TAMOIL CARTER EP 150	
		SHELL TELLUS T15	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 21-3: Ficha técnica del clarificador CL01

	Ficha técnica del clarificador 1	
	Empresa	Campo Fino
	Realizado por:	Jhonnatan Fala
	Ficha:	5
Código	CF-PL-CL01	
Área	Producción de leche	
Descripción	Separador centrífugo Freedom	
Código de activo	CL01	
Centro de costos	N/A	
Marca	ANDRITZ separation	
modelo	CA 51 T-0-F-0	
Matricula/N. serie	133042590	
Valor de adquisición	N/A	
Año de construcción	2018	
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito	
Fabricado por:	ANDRITZ Frautech S.r.l	
Peso	1240 kg	
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz	
Consumo agua	40 l/h	
Consumo de aire	0,3 NI/min	
Potencia instalada	13kW	
Corriente nominal	50A	
Caudal de descremado de leche	l/h	
Caudal de descremado de suero	l/h	7500
Caudal de limpieza modelo T	l/h	7500
Caudal limpieza modelo P	l/h	-
Racor entrada producto	DN	50
Racor salida fase pesada	DN	50
Racor salida fase ligera	DN	25
Volumen del tazón	l	9,5
Capacidad cámara lodos	L	3,3
Nº máx. de revoluciones del tazón	Rev/min	7200
Peso del tazón	Kg	189
Presiones mín. alimentación producto	Kg/cm ² (bar)	1
Presión máx. salida fase pesada	Kg/cm ² (bar)	5
presión máx. salida fase ligera	Kg/cm ² (bar)	3
temperatura de alimentación mín. /máx.	°C	35/55
Densidad máx. líquido de maniobra	Kg/dm ³	1
Presión mín. / máx. líquido de maniobra	Kg/cm ² (bar)	1,5-2
Potencia del motor	kW	12,6
Tiempo de arranque	minutos	6
Volumen aceite lubricante	l	14
Peso del separador con tazón	kg	1240
Nivel de ruido	dB	77
Motor eléctrico principal		
SIEMENS 1AV2136A 1-3 Fases -60 Hz-12.6 kW-220/380 Vac - Rev.min.3355-40.5 A -IP55- Polos 2		
Grupo de lubricación de cojinetes		
De tipo autónomo, mediante un tornillo sin fin posicionado en el árbol vertical		
Bomba del grupo de presurización		
EBARA CD 70/076 10UB7Y-3 Fases -60 Hz-0,75 kW-230/400 Vac - Rev min 3330 - 2 A-IP55-Polos 2		
Manuales		Planos
Si posee en oficina		Si posee en oficina
Partes funcionales		
Grupo de presurización	Sistema de transmisión	Motor principal
Reductor de presión con manómetro	Sistema de lubricación	Tambor centrífugo
Especificaciones tribológicas		
Aplicación	Cuantitativo	Tipo de aceite
Aceite cuerpo de lubricación	14,00 Lt	MOBIL VELOCITE OIL.EP

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

3.4.2 Contexto operacional de sistemas críticos.

Tabla 22-3: Contexto operacional del homogeneizador 2

CONTEXTO OPERACIONAL	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	La máquina homogeneizadora modelo FBF 028, trabajaba en un ambiente de humedad, ya que en todo el procesamiento de los diferentes productos lácteos se utiliza el agua, sus características de construcción son de un acero inoxidable recomendado para la industria de alimentos, también se puede decir que está sometido a algunos agentes químicos como son la sosa cáustica, el ácido fosfórico, el ácido cítrico que son esenciales para el lavado del activo. El lugar donde está instalado tiene las siguientes características: temperatura ambiente de 19°C, humedad del 95 %, 2683 msnm.
NORMAS Y REGLAMENTOS	Las normas y reglamentos en el que se desenvuelve la empresa, son netamente normas sanitarias y códigos ambientales: Reglamentos de control y regulación de cadena de producción de leche, Decretos que se ajusta a la habilitación y funcionamiento de estos establecimientos, entre estos permisos importantísimo tiene que ver un permiso emitido por el ministerio de salud pública, el registro sanitario, BMP, los cuales se otorgan haciendo las debidas inspecciones a la planta, los activos deben estar siempre en óptimas condiciones, se dice que poco a poco va mejorando la planta en todo sentido, lo que busca una certificación de calidad.
PROCESO	Con la nueva instalación de equipos la demanda puede ser cubierta, por lo que el homogeneizador trabaja en un tiempo parcial de 8 h diarias y los siete días de la semana. El producto de entrada de producto viene del clarificador y es de vuelta al pasteurizador. Una parada representa 250 dólares la hora,
REDUNDANCIA	Por el aumento de producción el homogeneizador entro a trabajar en un proceso de redundancia activa, con otro homogeneizador, que si uno de las dos fallas no para la producción, pero reducirá a menos de la mitad porque este activo tiene una capacidad de la mitad del otro instalado
ESTÁNDARES DE CALIDAD	Al ocurrir el paro de la maquina si afecta la calidad del producto.
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento. El homogeneizador no presenta riesgos ambientales ni de contaminación
RIESGOS A LA SEGURIDAD	Esta máquina debe ser utilizada por personal cualificado, no está permitido utilizar la máquina para elaborar otros productos que no sean Lácteos. El activo no es peligroso si es usada siguiendo las instrucciones, en caso de ser necesario hacer las actividades de mantenimiento de partes eléctricas y mecánicas, es necesario desconectar la línea de alimentación del tablero, todas las partes que giran o en movimiento han sido equipadas con protecciones, las cuales pueden se desmontadas solo con herramientas especiales. Antes de llevar a cabo operaciones de mantenimiento es necesario que los operadores se pongan los dispositivos de protección individual (gorro sanitario, protecciones auditivas, la ropa adecuada, etc.) para evitar riesgos para la seguridad de los mismos.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Los contextos operacionales elaborados se encuentran en el anexo E.

Tabla 23-3: Contexto operacional del caldero 2.

CONTEXTO OPERACIONAL	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	El caldero 2 trabajaba en un ambiente de humedad porque se realizan purgas diarias, para la alimentación de agua utiliza una bomba centrífuga, sus características de construcción son de un acero negro, también se puede decir que está sometido a algunos agentes químicos antiincrustantes de utilidad para el cuidado de los tubos de la caldera, El lugar donde está instalado tiene las siguientes características: temperatura ambiente de 19°C, humedad del 95 %, 2683 msnm.
NORMAS Y REGLAMENTOS	Las normas y reglamentos en el que se desenvuelve la empresa, son netamente normas sanitarias y códigos ambientales: Reglamentos de control y regulación de cadena de producción de leche, Decretos que se ajusta a la habilitación y funcionamiento de estos establecimientos, entre estos permisos importantísimo tiene que ver un permiso emitido por el ministerio de salud pública, el registro sanitario, BMP, los cuales otorgan permisos y certificaciones ,haciendo las debidas inspecciones a la planta, los activos deben estar siempre en óptimas condiciones, se dice que poco a poco va mejorando la planta en todo sentido, lo que busca certificaciones de calidad para un futuro a largo plazo.
PROCESO	El vapor generado se utiliza en los procesos de producción de quesos, leche y yogurt, por lo que el caldero 1 tiene una capacidad de 200 l/min trabaja en un tiempo parcial de 12 h diarias y los siete días de la semana, se enciende a las 6 am y se apaga a las 6pm. El fluido ingresa desde una cisterna ubicada a dos metros alimentados por un tanque hidroneumático. El combustible está ubicado en un depósito a 200 m de la caldera, es alimentado por una bomba a un tanque B de 55 galones y de aquí se inyecta el fuel oil al caldero 2
REDUNDANCIA	El caldero 2 trabaja en un proceso de redundancia activa, existe otro caldero, pero es necesario la producción de vapor de los dos calderos para cubrir la demanda de los activos que la necesitan, si falla, es crítico porque es el de mayor capacidad, y puede menorar la producción drásticamente.
ESTÁNDARES DE CALIDAD	Su diseño es en horizontal de color azul, es de tipo peritubular, la empresa día a día mejora, sus instalaciones y toda la planta se ajusta a normas nacionales, con el crecimiento se ve la necesidad de adquirir cada vez activos de más capacidad de producción, de alta calidad y tecnología.
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	El CO2 generado por la combustión puede ocasionar enfermedades respiratorias, para el uso de antiincrustantes químicos también se recomienda utilizar mascarilla a la hora de poner en el tanque de condensado. El hollín hace que se deteriore con más rapidez los materiales, y si llegara a ocurrir un disparo de la válvula de seguridad, puede ocasionar quemaduras. Esta máquina debe ser utilizada por personal cualificado. El activo no es peligroso, si está bien mantenido, y se realiza las instrucciones necesarias de operación, en caso de ser necesario hacer las actividades de mantenimiento de partes eléctricas y mecánicas, es necesario desconectar la línea de alimentación del tablero.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

3.5 Elaboración de las hojas de información por sistema.

La elaboración de las hojas de información para cada uno de los activos críticos y de media criticidad se encuentran en el anexo F..

Tabla 24-3: Hoja de información 1 de homogeneizador HM02

Parte funcional		N°	Función	Falla funcional	Modo de falla/ (causa)	Efecto de la falla	Consecuencias	Probabilidad de fallo	
Empresa: Campo Fino		Área: Producción de leche		Realizado por: Jhonnatan Fala		Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja:1	
		Equipo: CF-PL-HM01		N°:01		Fecha:2/2/2021		De:5	
Grupo de bombeo de producto	1	bombear leche a una capacidad de 3000 L/h en presión (150 bar)	A	Bombear con capacidad insuficiente menor a 3000 l/h y presión menor a 150 bar	1	<p>Presión insuficiente he homogenización (por empaques rayados, cristalizados por la mala calidad de leche o por la presencia de impurezas en el agua de lavado.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presión insuficiente en el manómetro y fuga de producto, por los retenedores. Se activa una luz amarilla por presión insuficiente. No Presenta amenazas a la seguridad y medio ambiente Afectaciones a la producción: producen la disminución de capacidad de producto en el sistema, genera un retraso de producción por de paro de 2 horas del equipo, ocasionando una pérdida de producción de \$500 las empaquetaduras CH236177 sufre daño y debe ser cambiado. se requiere cambiar de retenedor, en un tiempo de 2 horas con un costo de \$ 52 	Operacional	5 veces por año
					2	<p>Presión insuficiente por desgaste de la cabeza de pistón bombeante de producto y desgaste de retenedores de aceite</p>	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presión insuficiente en el manómetro y un ruido extraño en el cabezal de homogenización. Se activa una luz amarilla por presión insuficiente. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen la disminución de capacidad de producto en el sistema, genera una pérdida de producción de \$750.00 por 3 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar cabeza de pistón, retenedores de aceite, casquillos guía de pistón que lleva 3 horas que tiene un costo de \$286 	operacional	2 veces año
			B	no bombea producto	1	<p>Ausencia de presión, el selector en presión "on-off" que se encuentra en el panel de mandos no funciona, o válvula de paso de aire cerrada</p>	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay presión en el indicador de presión. Se activa una luz amarilla por falta de presión. No Presenta amenazas a la seguridad y medio ambiente Afectaciones a la producción, la maquina no comienza a bombear, tiene una perdida por \$125 por el tiempo de paro. no existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere realizar un cambio del selector de presión que tiene una duración de 30 min. Que tiene un costo de \$23.00 	Operacional	cada año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 25-3: Hoja de información 2 de homogeneizador HM01

Empresa: Campo Fino		Área: Producción de leche	Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:2		
Parte funcional		Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Consecuencias	Probabilidad de fallo	
				Equipo: CF-PL-HM01	Nº:01	Fecha:2/2/2021		De:5	
sistema de transmisión por banda	2	transmitir movimiento a una velocidad de 1745 rpm desde el motor principal por medio de una banda y polea con una relación de transmisión de 2,5:1 hacia la polea que mueve el reductor de velocidad	A	transmitir movimiento menor a 1745 rpm.	1	banda floja por falta de tensado no proporciona la velocidad adecuada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: fuerte chillido o ruido fino, altas vibraciones en el sistema No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen un paro de la producción por 30 min que ocasiona pérdidas de \$125 No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un tensado de la correa y limpieza de las poleas en un tiempo de 30 min tiene un costo de \$5. 	Operacionales	1 vez por año
					2	banda rota en malas condiciones por presencia de agentes externos	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruidos extraños, en la banda se nota fisuras y elongación de la misma No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen el paro de la producción por 30 min y tiene un costo de \$125.00 No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar de banda de transmisión con un costo de \$32.00 	Operacionales	1 vez por año
			B	No transmitir movimiento	1	motor no arranca por fusibles secundarios defectuosos o quemados, por presencia de cortocircuito	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: luz amarilla de intervención de protecciones, no existe movimiento del sistema. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen un paro de la producción con un costo de afectación de \$125.00 No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar los fusibles y hacer una medición de corriente y tensión en un tiempo de 30 min con un costo de \$7 	Ocultas	1 vez por año
					2	Motor quemado por corto entre bobinas debido a fallas del material aislante y el barniz de impregnación	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruido extraño y fuerte, la luz amarilla de intervención de protecciones se enciende y no existe movimiento del sistema. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$ 2000.00 por hora de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un rebobinado del estator del motor, lleva un tiempo de una jornada y un costo de \$350.00 por bobina. 	Operacional	Cada 4 años

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 26-3: Hoja de información 3 de homogeneizador HM01

Empresa: Campo Fino			Área: Producción de leche	Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:3			
			Equipo: CF-PL- HM01	N°:01	Fecha:2/2/2021	De:5			
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Consecuencias	Probabilidad de fallo		
reductor de velocidad	3	transmitir una velocidad de rotación de 745 rpm con una relación de 3,5:1 hacia un cigüeñal de la bomba de pistones	A	velocidad de reductor de menor a 750 rpm	1	desgaste abrasivo de diente de engranaje de corona por presencia d2 partículas en el aceite (faltad de mantenimiento)	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruido extraño y fuerte, movimiento lento de transmisión No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$ 500 por 2 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un cambio de aceite del sistema de lubricación del reductor con un costo de \$164 se realiza en dos horas aceite móvil gear 150EP 	Oculto	1 vez /2años
			B	no hay transmisión de la velocidad	1	tensión de la banda de transmisión excesivo lo que hace que la polea no mueva el reductor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay movimiento del sistema, ruido extraño No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$ 125 por 30 min de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere verificar la alineación de las caras de la polea y el tensado de la banda y aflojar para que pueda existir movimiento se realizara en 30 min con un costo de \$5 	operacional	cada año
bomba de pistones	4	accionar desde el cigüeñal a una velocidad de 200 rpm a unos pistones y hacer funcionar el grupo de bombeo del producto a una presión de 1200 psi	A	Bombear a una presión insuficiente menor a 1200 psi	1	fisura de la biela del pistón bombeante por aplicación de mucho torque de apriete en la chaqueta.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: falta de presión en el cabezal de homogenización con alta vibración No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$1000 por 4 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un cambio de biela 001.05619 y pistón bombeante001.05512 y empaquetaduras 006.0045, empaque OR 003.4300 en un tiempo de cuatro horas con un costo de \$2050.00 	Oculto	cada año
					2	fuga de aceite por el embolo del pistón por anillo desgastado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presencia de aceite en el grupo de bombeo del producto No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$ 1000 por 4 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla, pero ocasiona contaminación del grupo de bombeo si esta entre tiempos operativos esperar al día de mantenimiento y hacer cambio de anillos 001.05620, anillo 008.0027y completar el aceite con un costo de \$70.00 	no Operacionales	cada año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 27-3: Hoja de información 4 del homogeneizador HM02

Parte funcional		Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Consecuencias	Probabilidad de fallo	
Empresa: Campo Fino			Área: Producción de leche	Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja:4		
			Equipo: CF-PL-HM01	Nº:01	Fecha:2/2/2021		De:5		
Grupo de la válvula de Homogenización y cilindro oleo neumático	5	controlar la presión de homogenización mediante la habilitación de la presión del aire comprimido a 3,8 bar ,para que el producto de homogenice	A	cae la presión en válvula de homogenización menor a 3,8 bar	1	deterioro del empaque OR de la válvula debido al fuerte impacto del producto con la sección de cabeza de impacto	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la Cámara de homogenización pierde aceite, y no controla la presión requerida No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente No existe daños físicos ocasionados por la falla como es un aceite industrial de uso alimentario, se procede a rellenar para que el fin de semana sea cambiado el empaque OR 003.3231.05404505508,003.3231.004.1026/MRR, 003.6200/90 de la válvula en el cual se hará en una duración de 2 horas con un costo de \$75.00. 	evidente	cada año
					2	desgaste de la cabeza de impacto A de la válvula debido a las altas presiones del pasaje continuo del producto	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se crea un collar en la parte interna y con el tiempo se producen surcos tangenciales. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen la disminución de capacidad de producto en el sistema, genera una pérdida de producción de \$ 500 por 2 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar la cabeza de impacto 001.04241/PVDL en la cual se utilizará 2 horas para cambiar y comprobar el funcionamiento, tiene un costo de \$125 	oculta	cada año
			B	no hay presión de homogenización	1	cabeza de la válvula tiene presencia de aire	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruido y vibración de la válvula. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen la disminución de capacidad de producto en el sistema, genera una pérdida de producción de \$ 0.00 por hora de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere purgar el aire en un tiempo de 5 min 	evidente	semanal
					2	no hay aire en el sistema	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay aire que presione la válvula No Presenta amenazas a la seguridad, medio ambiente, ni producción No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere inspeccionar el circuito neumático y alimentar el aire en un tiempo de 10 min 	evidente	3 veces /año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 28-3: Hoja de información 5 del homogeneizador HM02

Empresa: Campo Fino			Área: Producción de leche		Realizado por: Jhonnatan Fala		Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja:5	
			Equipo: CF-PL-HM01		N°:01		Fecha:2/2/2021		De:5	
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional		Modo de falla		Efecto de la falla		Consecuencias	Probabilidad de fallo
sistema de planta de agua de enfriamiento	6	permitir el paso de agua helada de para el enfriamiento del grupo de bombeo, filtrada sin impurezas a 2/6 bares de presión menor a 22 °C	A	No hay presión de agua en el sistema	1	fisura del regulador de presión por la alta presión del agua	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia incremento de temperatura en el transductor. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro que produce una pérdida de producción de \$375.00 se requiere de un cambio rápido del regulador de presión061.0063 su cambio demora 1.30 horas con un costo de \$30.00 	Operacionales	una vez al año	
sistema oleodinámico de lubricación	7	proporcionar una presión del sistema de lubricación de 7,6 bar	A	proporcionar lubricante menor a 7 bar	1	obtención por suciedad presente en la unidad de succión de la bomba de aceite	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe obstrucción y de aceite y caída de presión en el sistema No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se produce un paro que ocasiona una pérdida de producción de \$ 500.00 se debe realizar una limpieza a toda la unidad el tiempo demora dos horas con un costo de \$30 	Operacionales	cada 2 años	
sistema neumático	8	proporcionar una presión de aire al sistema de 3,8 bar	A	presión de aire en el sistema por debajo de 3,8 bar	1	falla del regulador de presión, presenta fisura	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay presión suficiente para dosificar el lubricante en la válvula de homogenización, No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. presenta un paro de una hora para su cambio que en costos rodea los \$ 300, se debe realizar un cambio del regulador de presión043.0041 con un coto de \$37 	Operacionales	una vez por año	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Para cada uno de los modos de falla se realizó el análisis en la hoja de decisión, que, como resultado, se obtiene la tarea correspondiente con la respectiva frecuencia. El detalle se encuentra en el anexo G.

3.6 Elaboración de las hojas de decisión en base al diagrama de decisión

Tabla 29-3: Hoja de decisión 1 del Homogeneizador HM02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Sistema: Homogeneizador HM02										Área: Producción de leche			Realizado por: Jhonnatan Fala	Fecha: 14/01/2021	Hoja:1
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas			Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4						
1	A	1	S	N	N	S	N	N-	S-				Cambio de empaquetaduras CH236177, desmontar la parte del grupo de bombeo y cambiar los retenedores del pistón de bombeo.			575 horas	Técnico mecánico	
1	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de cabeza de pistón bombeante, desmontar el grupo de bombeo, cambiar el pistón bombeante de producto.			2000 horas	Técnico mecánico	
1	B	1	S	N	N	S	N	S					Verificar el estado del selector de presión, interrumpir la entrada de aire para realizar su cambio. (control del sistema neumático)			2000 horas	Técnico mecánico	
2	A	1	S	N	N	S	N	S.	.				Tensar la banda por medio del perno c y verificar que altura del perno tensor sea de 74 mm			2000 horas	Técnico mecánico	
2	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de banda, aflojar el perno tensor c y la contratuerca para sacar banda vieja y poner la nueva banda			12000 horas	Técnico mecánico	
2	B	1	S	N	N	S	N	S	-				Revisar el estado de los fusibles, primero desenergizar la máquina			575 horas	Técnico eléctrico	
2	B	2	S	N	N	S	N	S	-				Trabaja al fallo, en el caso de ser factible realizar un rebobinado de bobinas de estator, desmontar las tapas del motor, rotor, limpiar el motor y realizar el rebobinado (externo)			Trabajar al fallo	Técnico mecánico	
3	A	1	N	-	-	-	N	N	S				se requiere hacer un cambio de aceite del sistema de lubricación, abrir los pernos s del cuerpo de la bomba, por el punto de purga vaciar el aceite, y por el punto de lubricación B rellenar 28 litros de aceite. Tamoil EP150, y que exista el control adecuado para la sustitución.			2 000 horas	Técnico mecánico	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 30-3: Hoja de decisión 2 del Homogeneizador HM02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Sistema:						Área:						Realizado por:	Fecha:	Hoja:
			Subsistema:						Código del sistema CF-PL-HM02						Revisado por:	Fecha:	De:
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
3	B	1	S	N	N	S	S	-					Inspección del tensado de la banda (se requiere verificar la alineación de las caras de la polea y el tensado de la banda y aflojar perno tensor para que pueda existir movimiento)	2000 horas	Técnico mecánico		
4	A	1	N	-	-	-	N	N	N	N	N		Trabaja al fallo, cambio de la biela de pistón de la bomba, se procede a desmontar el grupo de bombeo y realizar el cambio.	Trabajar al fallo	Técnico mecánico		
4	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambiar anillos desgastados del pistón de la bomba, desmontar el cuerpo de la bomba, biela y pistón, sacar los anillos y cambiarlos, (anillos 001.05620, anillo 008.0027)	4000 horas	Técnico mecánico		
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S				Cambio de empaque de la válvula de homogenización, se procede a desmontar la válvula y aflojar las bridas de sujeción y cambiar el empaque	4000 horas	Técnico mecánico		
5	A	2	N	-	-	-	N	N	S				Cambio de cabeza de pistón bombeante de producto desgastada, se procede a desmontar la cabeza de la válvula, aflojar pernos de la brida y realizar el cambio	4000 horas	Técnico mecánico		
5	B	1	S	N	N	S	N	S					Realizar una purga de aire de la válvula en una frecuencia periódica, desmontar la tapa y realizar un llenado de producto	100 horas	Técnico mecánico		
5	B	2	S	N	N	S	N	S					se requiere inspeccionar el circuito neumático y alimentar el aire, se procede a ver si está activado el selector de entrada de aire, luego si no está se activa para permitir el paso de aire	2000 horas	Técnico mecánico		
6	A	1	N	-	-	-	N	N	N				Trabajo al fallo, cambio de regulador de presión, se procede a desenergizar la maquina desmontar la entrada de agua, se afloja los pernos de sujeción y se cambia el regulador. (agua)	Trabajo al fallo	Técnico mecánico		
7	A	1	S	N	N	S	N	S	-				Limpieza del sistema de los ductos del sistema de lubricación. se procede a desmontar las cañerías y puntos de purga del sistema oleo neumático, y realizar su limpieza	12000 horas	Técnico mecánico		
8	A	1	N	-	-	-	N	N	N				Trabajo al fallo (cambio de regulador de presión desmontar la entrada de aire, se afloja los pernos de sujeción y se cambia el regulador de aire)	Trabajo al fallo	Técnico mecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 31-3: Historial de parada del homogeneizador 2

Equipo	Fecha de parada	Descripción del reporte de parada	Tiempo no operativo (horas)	Tiempo de funcionamiento (horas)	Mantenimiento preventivo o correctivo
Bomba de pistones	06/05/2017	Cambio de aceite Regal 150 EP 30 L, visor de aceite sin lubricante, y presión de aceite a 8 bar	2	6727	Preventivo
Grupo de válvula de Homogenización	04/01/2018	Cambio de kit de campo de homogenización, cabeza de impacto, anillo de impacto y anillo de salida, cae presión a 7 bar	3	8267	Correctivo
Grupo de bombeo	09/01/2018	Fuga de aceite, cambio de retenedores de aceite, cambio de casquillos guías de pistón y retenedores de cada pistón, se monta dos pistones nuevos 1 y 3, el 2 este rayado, cambio de empaquetaduras CH 236,177 3de cada pistón.	4	8303	Correctivo
Grupo de bombeo	02/03/2018	Cambio de empaquetaduras CH 236,177 de los tres pistones, y cambio del pistón rayado y el roto del 2, presión menor a 7 bar, cambio de racores de rosca ¼, y manguera N 6 de agua de enfriamiento que pasa por las electroválvulas	3	8642	Correctivo
Bomba de pistones	31/03/2018	Cambio de aceite y filtro del homogeneizador 30 L de aceite Regal 150 EP	2	8831	Preventivo
Bomba de pistones	29/01/2019	Cambio de aceite y filtro del homogeneizador 30 L de aceite Regal 150 EP	2	10923	Preventivo
V Homogenización	01/03/2019	Cambio de cabeza de impacto y cabeza de salida, anillo de impacto.	3	11135	Correctivo
Grupo de válvula de Homogenización	01/05/2019	Cambio de kit de estadio de homogenización, cabeza de impacto, anillo de impacto y cabeza de salida. Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	11592	Correctivo
Bomba de pistones	18/08/2019	Fisurado del brazo de biela N° 2 y la presión de aceite cae debajo de 3 bar	20	12229	Correctivo
Bomba de pistones	25/03/2020	Cambio de aceite y filtro del homogeneizador 30 L de aceite Regal 150 EP	2	12923	Preventivo
V. Homogenización	25/05/2020	Cambio de cabeza de impacto y cabeza de salida, anillo de impacto.	3	13133	Correctivo
Grupo de bombeo de producto	05/07/2020	Fuga de aceite, cambio de retenedores de aceite, Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	13345	Correctivo
Bomba de pistones	11/08/2020	Fisurado del brazo de biela y chaqueta N° 1 y la presión de aceite cae debajo de 3 bar	20	13505	Correctivo
Grupo de bombeo de producto	08/09/2020	Fuga de aceite, cambio de retenedores de aceite, Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	13660	Correctivo
Bombeo	10/10/2020	Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	13830	Correctivo
G Bombeo	13/11/2020	Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	13950	Correctivo

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

3.7 Frecuencias de las tareas

En este caso se realiza un estudio de paradas del homogeneizador 2, como se ve en la (tabla 63-3), a los datos se realiza un test de Kolmogorov Smirnov para determinar que distribución es la idónea para realizar los cálculos solo a los fallos ocurridos a una parte funcional en específico.

Tabla 32-3: Historial de fallos del grupo de bombeo.

Equipo	Fecha de parada	Tiempo no operativo (horas)	horómetro	Tiempo de funcionamiento (horas)
Grupo de bombeo	09/01/2018	4	8303	
Grupo de bombeo	02/03/2018	3	8642	339
Grupo de bombeo	01/05/2019	3	11592	1753
Grupo de bombeo	05/07/2020	3	13345	2950
Grupo de bombeo	08/09/2020	3	13660	315
Grupo de. Bombeo	10/10/2020	3	13830	170
Grupo de Bombeo	13/11/2020	3	13950	120

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Para el desarrollo del test se utiliza Excel que facilita el cálculo y se comparan las distribuciones

Tabla 33-3: Distribuciones resultantes

Falla No "i"	t _i "(hrs)	F(t) Exponencial	F(t) Weibull	F(t) Normal	F(t) Gamma	F(t) Empírica
1	120	0,119708	0,192513	0,218864	0,209731	0,166667
2	170	0,165253	0,243118	0,233067	0,260304	0,333333
3	315	0,284441	0,359102	0,277008	0,376020	0,500000
4	339	0,302457	0,375240	0,284654	0,392177	0,666667
5	1753	0,844729	0,805529	0,778523	0,831236	0,833333
6	2950	0,956474	0,912045	0,971180	0,935586	1,000000

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

En el (gráfico2-3) se puede observar cómo los datos se distribuyen de forma uniforme según las distribuciones exponencial, Weibull, normal, y gamma, pero se debe realizar el test de Kolmogorov Smirnov para cada una de estas, como se muestra en las tablas siguientes, y de acuerdo al nivel de significancia determinar cuál de las distribuciones es la idónea para analizar los datos.

Para cada uno de los cálculos del test se obtiene con la diferencia entre las probabilidades acumuladas teórica y empírica, se escoge el mayor valor que resulte de estas en este caso por ejemplo en la distribución exponencial el valor del resultado del test es de 0,36421; para la distribución Weibull es 0,2914, para la distribución Normal es 0,382, para la distribución Gamma es 0,2744.

Tabla 34-3: Test de K-S de la distribución Exponencial

DISTRIBUCIÓN EXPONENCIAL					
Datos de muestra		Probabilidad Acumulada		Test de Kolmogorov- Smirnov	
Falla No "i"	t"i"(horas)	F(t) Exponencial	F̂(t) Empírica	F(t _i)-F̂(t _i)	F(t _i)-F̂(t _i -1)
1	120	0,119708	0,16667	0,046959	
2	170	0,165253	0,33333	0,168080	0,001413
3	315	0,284441	0,50000	0,215559	0,048893
4	339	0,302457	0,66667	0,364210	0,197543
5	1753	0,844729	0,83333	0,011395	0,178062
6	2950	0,956474	1,00000	0,043526	0,123141
Valor máximo de K-S valúe				0,36421	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 35-3: Test de K-S de la distribución Weibull

DISTRIBUCIÓN WEIBULL					
Datos de muestra		Probabilidad Acumulada		Test de Kolmogorov- Smirnov	
Falla No "i"	t"i"(horas)	F(t) Weibull	F̂(t) Empírica	F(t _i)-F̂(t _i)	F(t _i)-F̂(t _i -1)
1	120,0	0,19251	0,16667	0,02585	
2	170,0	0,24312	0,33333	0,09022	0,07645
3	315,0	0,35910	0,50000	0,14090	0,02577
4	339,0	0,37524	0,66667	0,29143	0,12476
5	1753,0	0,80553	0,83333	0,02780	0,13886
6	2950,0	0,91205	1,00000	0,08795	0,07871
Valor máximo de K-S valúe				0,291427	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 36-3: Test de K-S de la distribución Normal

DISTRIBUCIÓN NORMAL					
Datos de muestra		Probabilidad Acumulada		Test de Kolmogorov- Smirnov	
Falla No "i"	t"i"(horas)	F(t) Normal	F̂(t) Empírica	F(t _i)-F̂(t _i)	F(t _i)-F̂(t _i -1)
1	120	0,21886	0,16667	0,05220	
2	170	0,23307	0,33333	0,10027	0,06640
3	315	0,27701	0,50000	0,22299	0,05632
4	339	0,28465	0,66667	0,38201	0,21535
5	1753	0,77852	0,83333	0,05481	0,11186
6	2950	0,97118	1,00000	0,02882	0,13785
Valor máximo de K-S valúe				0,38201	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Como se puede observar en la (tabla 66-3) la distribución Gamma presenta el menor resultado de evaluación del Test de Kolmogorov Smirnov, que será importante para tomar decisiones, y escoger la distribución que mejor distribuya los datos en el tiempo.

Tabla 37-3: Test de K-S de la distribución Gamma.

DISTRIBUCIÓN GAMMA					
Datos de muestra		Probabilidad Acumulada		Test de Kolmogorov- Smirnov	
Falla No "i"	t ^{"i"} (horas)	F(t) Gamma	F̂(t) Empírica	F(t _i)-F̂(t _i)	F(t _i)-F̂(t _{i-1})
1	120	0,2097	0,167	0,04306	
2	170	0,2603	0,333	0,07302	0,09363
3	315	0,3760	0,500	0,12397	0,04268
4	339	0,3921	0,667	0,27448	0,10782
5	1753	0,8312	0,833	0,00209	0,16456
6	2950	0,9355	1,000	0,06441	0,10225
Valor máximo de K-S valúe				0,27448	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

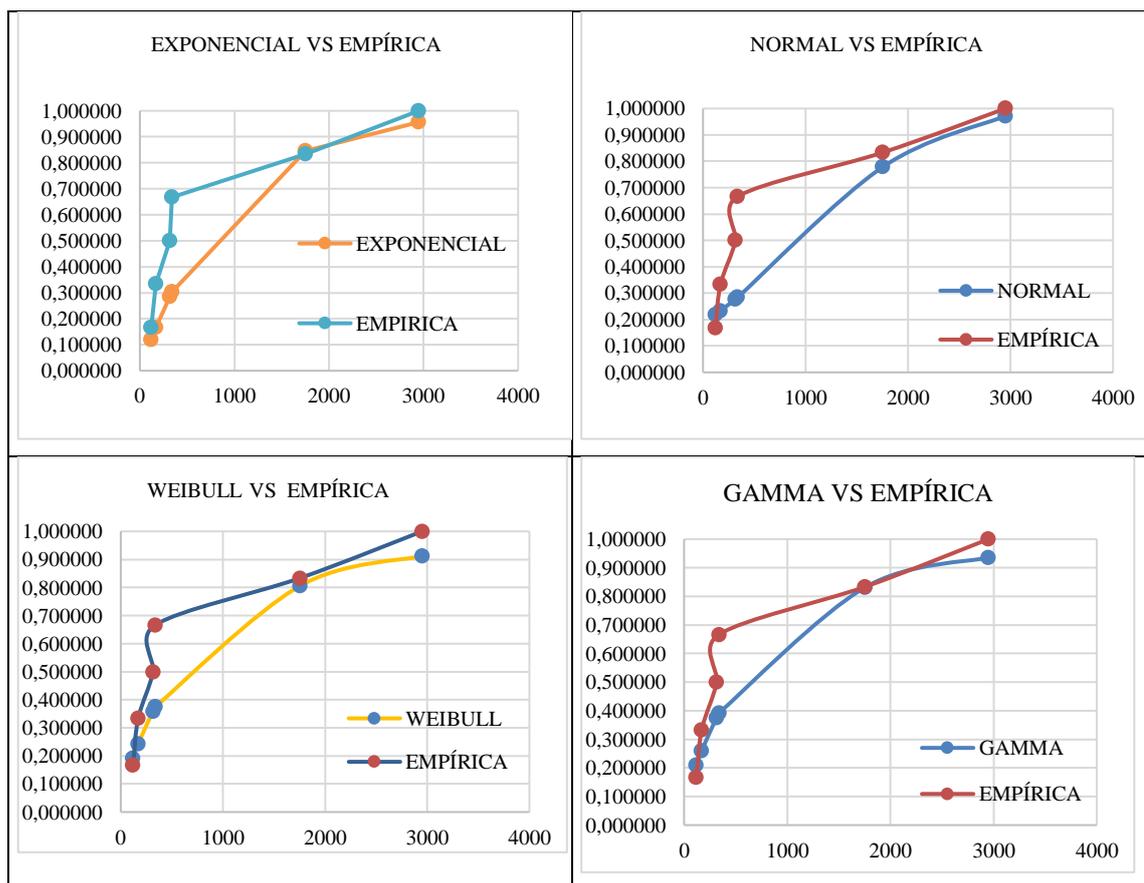


Gráfico 2-3: Gráficas de F(t) de las distribuciones teóricas vs empíricas

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

De acuerdo con el test de Kolmogorov Smirnov se debe determinar que los términos resultantes se encuentren por debajo del nivel de significancia recomendado, los cuales se pueden apreciar en la siguiente (tabla 67-3), el valor depende del número de datos que se esté analizando. Suponiendo que se requiera un nivel de significancia de 0.05, los resultados del test deben ser menores a 0.521.

Tabla 38-3: Niveles de significancia del test de Kolmogorov Smirnov

Valores críticos. test de Kolmogorov- Smirnov					
n	Y				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,380	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,210	0,220	0,240	0,270	0,320
30	0,190	0,200	0,220	0,240	0,290
35	0,180	0,190	0,210	0,230	0,270
>35	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 39-3: Resumen del test K-S valúe.

Resultado del test			
Distribuciones			Resultado
EXPONENCIAL	$\lambda=$	0,00106251	0,36421
WEIBULL	$\alpha=$	915,503106	0,291427
	$\beta=$	0,75915264	
NORMAL	$m=$	1465,63261	0,38201
	$\sigma=$	1417,68355	
Gamma	$\alpha=$	0,65925131	0,27448999
	$\beta=$	1427,62957	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Los resultados del test para las dos hipótesis son menores que los valores críticos para cualquiera de los niveles de significancia; K-S valor crítico < al valor evaluado; por esta razón son hipótesis no rechazadas; pero se selecciona la distribución que mejor se ajuste por presentar el menor K-S valúe, en este caso escogemos Gamma.

Tabla 40-3: Distribución de probabilidad Gamma.

Falla No "i"	Tiempo ordenado t	$(X_i - \mu_x)^2$	Función de densidad f(t)	Acumulada F(t)	Supervivencia R(t)	Riesgo $\lambda(t)$
1	120	674314,6944	0,001094949	0,209730989	0,790269011	0,00138554
2	170	594698,0278	0,000938943	0,260304068	0,739695932	0,00126936
3	315	392084,6944	0,000687473	0,376020126	0,623979874	0,00110176
4	339	362604,6944	0,000659308	0,392176677	0,607823323	0,0010847
5	1753	659073,3611	0,00013989	0,831235902	0,168764098	0,00082891
6	2950	4035411,361	5,06559E-05	0,935585893	0,064414107	0,00078641
Promedio			0,000595203	0,500842276	0,499157724	0,00107611

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Para el cálculo de las frecuencias como primeros datos se debe tomar en cuenta un análisis costo beneficio por tarea, por ejemplo, para el presente caso se muestra un análisis sencillo para la intervención del mantenimiento correctivo del modo de falla 1A1 que se refiere a la tarea de cambio de pistón bombeante en la (tabla 73-3).

Tabla 41-3: Costo del modo de falla 1A1 con mantenimiento correctivo.

Desgaste de cabeza de pistón bombeante modo de falla (1A1)		
pérdida de parada		\$500
tiempo de mantenimiento		2 horas
tiempo medio entre fallas		5/año
costo de cambio de empaquetaduras CH236177		\$58
imprevisto		\$250
Mantenimiento correctivo		
Indirectos	pérdida de parada	\$500
Directos	costo de cambio de empaquetaduras CH236177	\$58
	imprevisto	\$250
Total, C_c		\$808,00

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Igualmente se realiza un análisis para la intervención cuando el mantenimiento sea preventivo, y se toma en cuenta lo anterior menos la pérdida de la parada, ya que en el mantenimiento preventivo estas pérdidas no existen.

Tabla 42-3: Costo del modo de falla 1A1 con mantenimiento preventivo

Desgaste de cabeza de pistón bombeante modo de falla (1A1)		
tiempo por tarea		2 horas
numero de tareas recomendadas por año		5
costo del mantenimiento preventivo		\$10
costo de cambio de empaquetaduras CH236177		\$50
Mantenimiento preventivo		
Indirectos	perdida de parada	0
Directos	costo de empaquetaduras CH236177	\$50
	costo del mantenimiento preventivo	\$10
	amortización	\$8
Total, C _p .		\$68,00

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Para el cálculo de la frecuencia se hace uso de los parámetros usados en la tabla anterior, y se realiza de la siguiente manera. En la primera política de sustitución a intervalos constantes se emplea las siguientes fórmulas para el cálculo de las frecuencias.

Resolución:

Datos:

$f(t) = 1/34$ semanas

$C_p = \$ 68.00$

$C_c = \$ 808.00$

$$f(t) = 0,0006 = \frac{6}{10000} = \frac{3}{5000} = \frac{1}{1666 \text{ horas} * \frac{1 \text{ semana}}{48 \text{ horas}}} = \frac{1}{34 \text{ semanas}}$$

$$N(t_p) = \int_0^{t_p} \lambda(t) dt = \int_0^{t_p} \frac{f(t)}{1-f(t)} dt$$

$$f(t) = \begin{cases} 1/34 & 1 \leq t \leq 34 \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$= \int_0^{t_p} \frac{f(t)}{1-f(t)} dt = \int_0^{t_p} \frac{\frac{1}{34}}{1-\frac{1}{34}} dt = \int_0^{t_p} \frac{1}{34-t} dt$$

$$[\ln 34 - t]_0^{t_p} = \ln \frac{34}{34-t_p}$$

$$CTE(t_p) = \frac{C_p + C_c N(t_p)}{t_p} \quad CTE(t_p) = \frac{68 + 808 * \ln \frac{34}{34-t_p}}{t_p}$$

En la fórmula que se obtuvo como respuesta, se procede a remplazar para todos los tiempos de tp en este caso de 1 a 34 semanas y se obtiene la siguiente (tabla 72-3) y el gráfico correspondiente.

Tabla 43-3: Costo esperado en la semana

tp	CTE (USD)	tp	CTE (USD)
1	88,00148531	17	31,31815359
2	54,30924831	18	31,83483931
3	43,29670816	19	32,43515351
4	37,96482644	20	33,12465703
5	34,91466908	21	33,91168962
6	33,01408828	22	34,80791346
7	31,77869304	23	35,82920516
8	30,96710888	24	36,99706413
9	30,4460832	25	38,34084339
10	30,13654852	26	39,90137379
11	29,98912971	27	41,73710191
12	29,97192565	28	43,93509668
13	30,06396294	29	46,63235001
14	30,25149487	30	50,06147765
15	30,52582903	31	54,66423607
16	30,88202961	32	61,44540439
		33	73,65641065

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

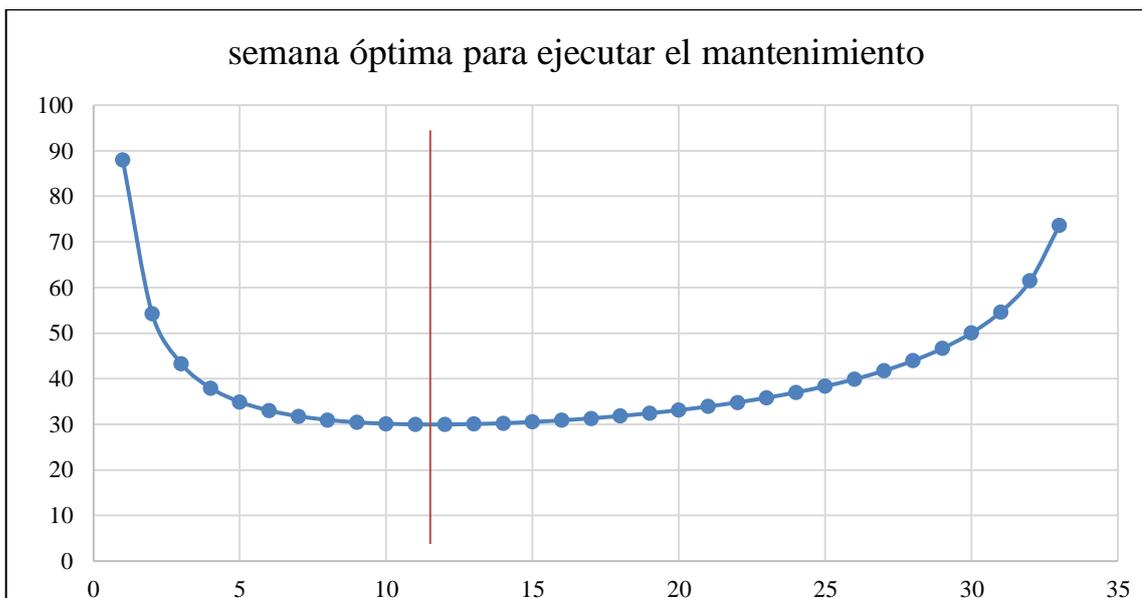


Gráfico 3-3: Semana óptima para ejecutar el mantenimiento

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

La forma de interpretar el (gráfico 2-3) y la (tabla72-3), es que tenemos que darnos cuenta en qué semana la tarea presenta un menor costo de mantenimiento., en este caso podemos darnos cuenta que la semana que presenta menor costo para ejecutar la tarea es la semana número 12 es decir a las 576 horas de operación.

3.8 Agrupación de tareas en rutinas

Para agrupar las rutinas se tomó en cuenta los criterios de fiabilidad, y tomando en cuenta las características de funcionamiento se determinó el intervalo en donde se debe ejecutar las tareas de mantenimiento, en diferentes sistemas que no cuenta con historiales de paradas, se tomó en cuenta la experiencia del técnico de mantenimiento, y manuales de los activos.

Tabla 44-3: Rutinas del mantenimiento del homogeneizador 2

Rutinas de mantenimiento del homogeneizador HM02	
Controles diarios	Asegurarse que los aparatos no produzcan ruidos o vibraciones anormales
Controles cada 575 horas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Control de empaquetaduras de tuberías de los fluidos y grupo de bombeo. - Control de fusibles y aparatos eléctricos (tablero)
Controles cada 2000 horas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución del aceite de lubricación - Control del tensado de las correas - Control y sustitución de las válvulas de cabeza de compresión y sus sedes
Controles cada 4000 horas de trabajo	<p>A lo indicado al control de 2000 horas agregar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control de nivel de aceite - Sustitución de muelles de grupos de válvulas - Sustitución de cartuchos de aceite - Control de presión de la planta oleodinámico
Controles cada 12000 horas de trabajo	<p>A lo indicado al control de 4000 horas agregar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sustitución del anillo del cigüeñal o enchaquetado. - Limpiamiento de la unidad de succión de la bomba de aceite

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

3.9 Elaborar los documentos necesarios para el mantenimiento.

se propuso utilizar los documentos básicos para la gestión del mantenimiento, tomando en cuenta la orden de trabajo como documento principal de las actividades de mantenimiento, en las siguientes tablas se indica el detalle de cada documento elaborado.

Tabla 45-3: Modelo de orden de trabajo

		Empresa " Campo Fino "					
		Orden de Trabajo			No.		#O.T
		Código de maquinaria:					
Centro de.costos:				Descripción de Máquina:			
Descripción del Trabajo:							
Solicita:		Ejecuta:		Proveedor:		Normal	
Fecha Prog.	Fecha Inicio	Fecha Fin	Directa		Programada	Importante	
			Dir.		Prog.	Urgente	
Tareas:			Tareas Extras Realizadas				
			Kilometraje / Horómetro:(km/Hr)				
			Fecha y hora de parada o ingreso:				
			Fecha y hora de Salida				
Materiales / Repuestos / Herramientas			Fecha y hora de Ingreso real:				
			Fecha y hora de Salida real:				
			Motivo de retraso (Fecha y hora):				
Personal requerido:			Documentos relacionados:				
Observaciones Generales			Observaciones de Seguridad				
Emite:	Fecha:	Aprueba:	Fecha:	Cierra:	Fecha:	Anula: Fecha:	
Firma responsable		Firma responsable		Firma responsable		Firma responsable	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 46-3: Modelo de control de operación vehículos

		CONTROL Y CHECK LIST DE VEHÍCULOS DE LA EMPRESA DE LÁCTEOS “CAMPO FINO”														COTOPAXI-SALCEDO								
		Vehículo/sistema:				Placa:			Código:		Revisión:				Matricula									
Fecha:	Nombre conductor	Kilometraje		Ruta	carga combustible Si/No	valor	Inspección visual										Inspección operacional luces				Observ.			
		inicio	parada				Llantas	botiquín	triángulos	reflectivos	espejos	Gata hid.	extintor	altas	medias	bajas	freno	Direccional						
							B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M

Fuente: (Campo Fino, 2021)
 Realizado por: Fala León, Jhonatan Patricio,2021

Tabla 47-3: Modelo de historial de paradas de los vehículos.

		HISTORIAL DE AVERIAS DE VEHÍCULOS DE LA EMPRESA DE LÁCTEOS “CAMPO FINO”					COTOPAXI- SALCEDO			
Vehículo/sistema:					Código:				Placa:	
Equipo	N°.OT	Fecha y hora de parada	Fecha y hora de arranque	Horas utilizadas	Descripción de la parada	Ejecutor de la tarea:	Kilometraje / Hora	Correctivo Preventivo		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 49-3: Control de número de horas trabajadas.

		CONTROL DE NÚMERO DE HORAS TRABAJADAS EN LA MAQUINARIA “CAMPO FINO”				COTOPAXI-SALCEDO			
Sistema:		Código:							
Fecha:	Nombre Operario	Área:	Hora Inicio:	Hora Fin:	Total, de horas trabajadas	Horómetro inicio	Horómetro Fin	Firma	Observaciones

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 50-3: Modelo de egreso de bodega

		EGRESO DE BODEGA “CAMPO FINO”			
Para compra:	<input type="text"/>	Fecha:			
Dpto. Solicitante:		Centro de costo:			
Solicitud de material No:		Uso / equipo			
Orden de trabajo No:		Tipo de mantenimiento:			
Se despacha al señor:					
Código	Descripción	Unidad	Ubicación	Cant.	Entregado
			Solicitado por:	Nombre:	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 51-3: Solicitud de trabajo

		SOLICITUD DE TRABAJO “CAMPO FINO”	
Nombre del solicitante:		Dpto. Solicitante:	
Equipo:		Sección solicitante:	
Código:		Área que se emite:	
Trabajo solicitado /Diagnóstico:			
Fecha:		Motivo de trabajo:	
Nombre y firma del solicitante:		Firma autorización:	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

3.10 Indicadores de mantenimiento

Tabla 52-3: Historial de fallos del homogeneizador 2 del año 2020.

Equipo	Fecha de parada	Horómetro	DT (horas)	UT (horas)	Mantenimiento preventivo o correctivo
Bomba de pistones	25/03/2020	12923	2	694	Preventivo
V. Homogenización	25/05/2020	13133	3	210	Correctivo
Grupo de bombeo de producto	05/07/2020	13345	3	212	Correctivo
Bomba de pistones	11/08/2020	13505	20	160	Correctivo
Grupo de bombeo de producto	08/09/2020	13660	3	95	Correctivo
Bombeo	10/10/2020	13830	3	170	Correctivo
G Bombeo	13/11/2020	13950	3	120	Correctivo

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Del historial de fallos del homogeneizador 2, se obtiene los siguientes datos registrados los últimos 7 meses del año 2020, y se determina el cálculo de los indicadores básicos que son: disponibilidad Inherente, TMEF (tiempo medio entre fallas correctivas), TMPR (tiempo medio para reparar).

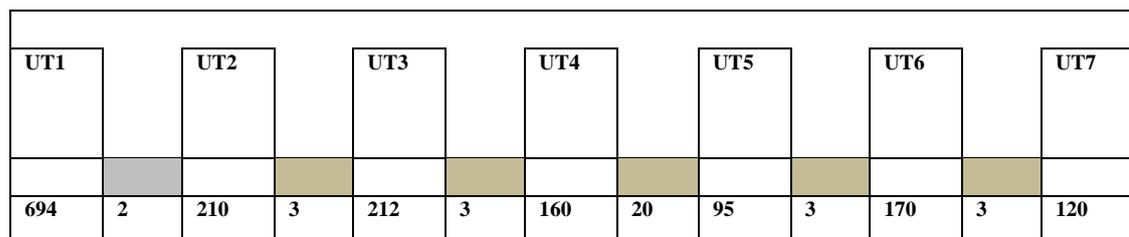


Gráfico 4-3: Gráfico de tiempos de funcionamiento y no funcionamiento

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

En el grafico anterior podemos determinar que para el cálculo de la disponibilidad inherente no se toma en cuenta los tiempos de mantenimiento preventivo, debido a que son muy bajos, tomando en cuenta este detalle se obtiene la siguiente gráfica y se procede a calcular los KPI básicos.

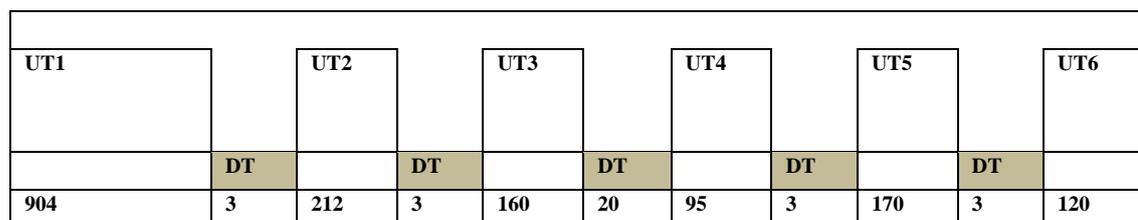


Gráfico 5-3: Gráfico de tiempos de funcionamiento y tiempos de mantenimiento correctivo

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

3.10.1 Cálculo de Indicadores.

Con las fórmulas de la (tabla 32-2) del capítulo 3 realizamos los siguientes cálculos para determinar el TMPR y TMEF y disponibilidad, ver (tabla 82-3).

Tabla 53-3: Cálculo de indicadores

N. Parada	Fecha de parada	TMPR (horas)	TMEF (horas)	Disponibilidad D _I
1	25/05/2020	3	210	0,986
2	05/07/2020	3	212	0,986
3	11/08/2020	20	160	0,889
4	08/09/2020	3	95	0,969
5	10/10/2020	3	170	0,983
6	13/11/2020	3	120	0,976
Total		5,83	161,17	0,965

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

$$TMEF = \frac{\sum_{i=1}^m TEF_i}{m} = \frac{210+212+160+95+170+120}{6} = 161,17 \text{ horas}$$

$$TMPR = \frac{\sum_{i=1}^n TPR_i}{n} = \frac{3+3+20+3+3+3}{6} = 5,83 \text{ horas}$$

$$\text{Disponibilidad Inherente} = A_I = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

$$\text{Disponibilidad Inherente} = A_I = \frac{161,17 \text{ horas}}{161,17 \text{ horas} + 5,83 \text{ horas}}$$

$$\text{Disponibilidad Inherente} = A_I = 0,965 = 97\%$$

3.10.2 Gráficos de los indicadores, cálculos de límites y metas.

Para determinar el gráfico de los indicadores se calcularon los límites y metas para cada uno de ellos, para el cual se utilizó una ecuación de la distribución normal, el valor de su probabilidad se establece entre el (0.7 y .95) esperando que en este rango resulte un valor positivo idóneo del límite o meta a calcular. Se sabe que Z es un valor que es función directamente de la probabilidad y lo podemos encontrar en tablas, pero Excel puede facilitar ese paso utilizando la función inversa de la distribución normal (INV.NORM. ESTAND), se remplazaron los datos en la fórmula de la distribución normal ($x = \bar{x} \pm z * s$) y se obtuvo la siguiente (tabla 83-3).

Tabla 54-3: Cálculo de límites y metas de los indicadores básicos.

Metas y límites de los indicadores básicos de mantenimiento de HM02			
Descripción	TMEF	TMPR	DI
Media \bar{x} .	161,17	5,83	0,96
Desviación estándar =S	47,16	6,94	0,04
P(x)=Probabilidad	0,85	0,95	0,70
Z=	1,04	1,64	0,52
Meta	210,05	5,58	0,9845
Límite	112,29	17,25	0,94

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

El tiempo medio entre fallas es un indicador creciente porque se necesita que cada vez sea mayor para mejorar la disponibilidad, por esta razón se calcula de la siguiente manera.

$$Meta = 161,17 + 1,04 * 47,16$$

$$Meta = 210 \text{ horas}$$

$$Límite = 161,17 - 1,04 * 47,16$$

$$Límite = 112 \text{ horas}$$

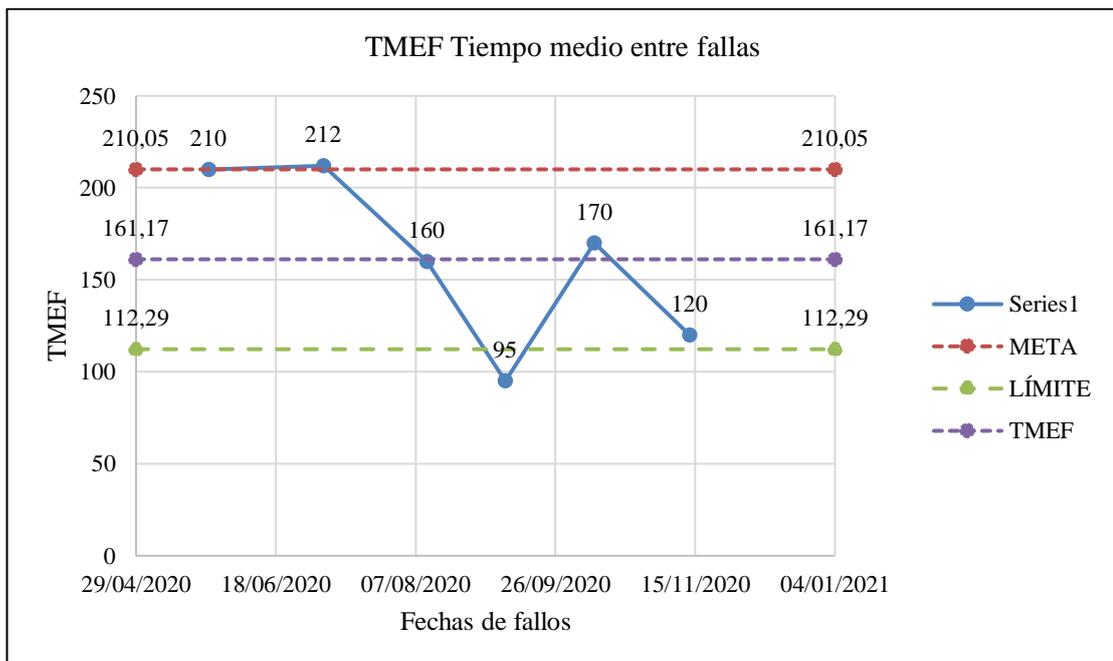


Gráfico 6-3: Indicador de TMEF del homogeneizador 2

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

El TMEF resultante es 161,17 horas y en el (gráfico 6-3) se puede apreciar como el tiempo medio entre fallos en el mes de mayo y junio llegan a cumplir la meta de 210 horas, a partir de ese mes hasta el mes de noviembre de 2020 el tiempo decrece, y solo en el mes de septiembre el tiempo medio entre fallas cae por debajo del límite de 112 horas.

El tiempo medio para reparar es un indicador decreciente porque se necesita que cada vez sea menor para mejorar la disponibilidad, por esta razón se calcula de la siguiente manera.

$$Meta = 5,83 - 1,64 * 6,94$$

$$Meta = 5,58 \text{ horas}$$

$$Límite = 5,83 + 1,64 * 6,94$$

$$Límite = 17 \text{ horas}$$

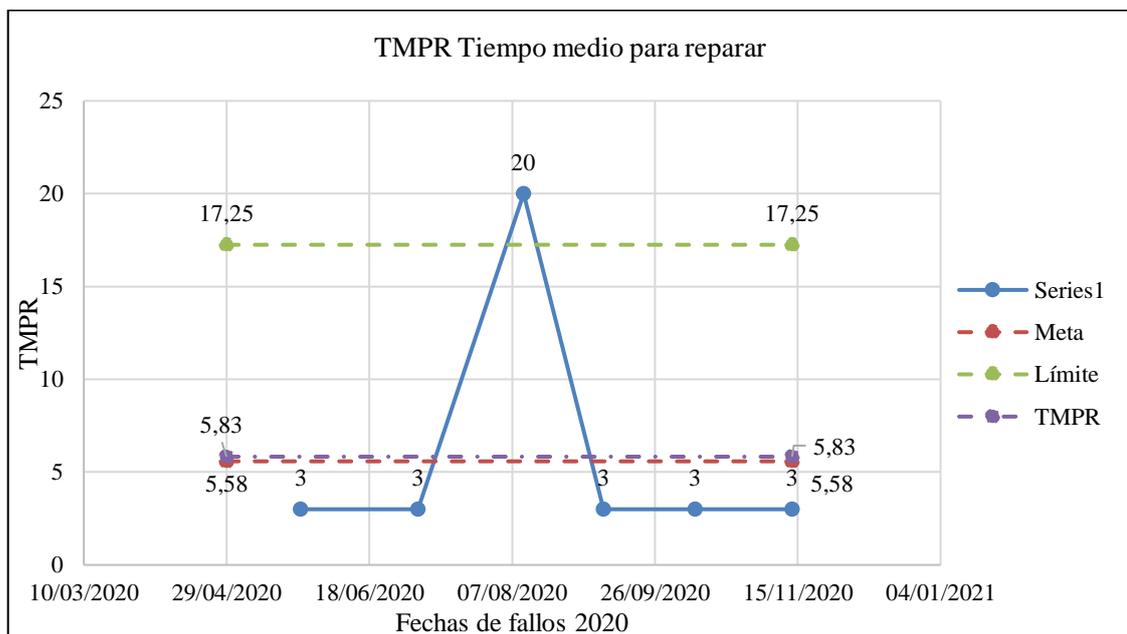


Gráfico 7-3: Indicador de tiempo medio para reparar.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

El TMPR encontrado es de 5,83 horas, en el (grafico 7-3) se observa que los últimos 7 meses del año 2020, el homogeneizador a cumplido de manera confortable por estar debajo de la meta de tiempo determinado de 5,58 horas ,excepto una falla en el mes de agosto 11, que salió de meta

incluso llega a superar el límite máximo de tiempo establecido para una actividad de mantenimiento que es de 17 horas.

Al igual que el tiempo medio entre fallas la disponibilidad es un indicador creciente y sus límites y metas se calculan de la siguiente manera.

$$Meta = 0,96 + 1,64 * 6,94$$

$$Meta = 0,98$$

$$Límite = 0,96 - 1,64 * 6,94$$

$$Límite = 0,94$$

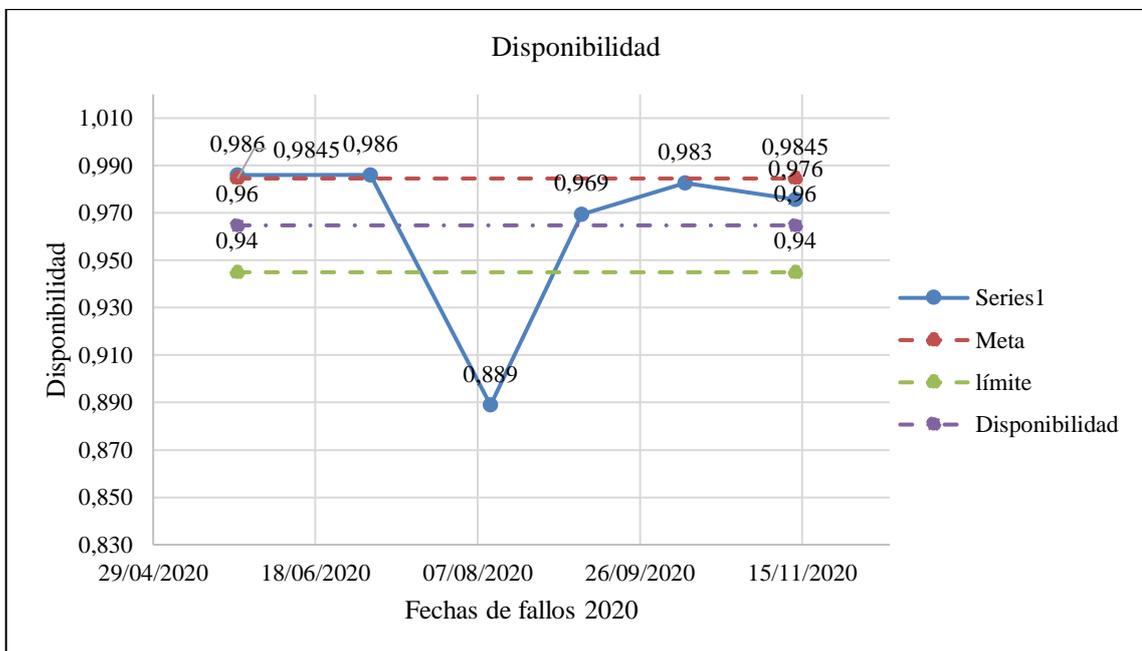


Gráfico 8-3: Indicador de disponibilidad

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

La disponibilidad del homogeneizador 2 es del 97%, en el (gráfico 8-3) podemos observar que en el mes de agosto en el evento 3 la disponibilidad estuvo por debajo del límite de 94%, lo que en promedio hizo que el valor decrezca y en 3 meses de este período la disponibilidad se encuentra cumpliendo la meta del 98 %.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO Y SU LOGISTICA

Como resultado de la evaluación se determinó que se requiere desarrollar y proponer un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la empresa láctea Campo Fino, y todos los documentos pertinentes para una correcta gestión del mantenimiento

En el capítulo anterior se realizó la metodología del plan de mantenimiento a los sistemas críticos de la planta láctea, y se determinaron las tareas necesarias que requieren los activos, para cada una de estas se realizó un análisis costo beneficio teniendo en cuenta datos importantes de la logística que necesita cada una, además fue necesario realizar el cálculo de la mano de obra de mantenimiento y numero de técnicos por actividad.

4.1 Resultado del análisis de criticidad

Se determinaron que en la empresa de lácteos Campo Fino existen 3 sistemas críticos y 7 sistemas de criticidad media, a los cuales se aplicara por prioridad un plan de mantenimiento.

Tabla 1-4: Ítems críticos de la empresa Campo Fino

Análisis CTR	
Sistemas	Sistemas críticos (C)
CF-GV-CL01	Caldero 1 (15 BHP)
CF-GV-CL02	Caldero 2 (25 BHP)
CF-PL-HM02	Homogenizador 1 3000 L/h
Total de sistemas críticos	3

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 2-4: Ítems de criticidad media de la empresa Campo Fino

Análisis CTR	
Sistemas	Sistemas de media criticidad (MC)
CF-GV-AC01	Alimentación de Combustible
CF-PL-PZ02	Pasteurizador 1 de 3000 L/h
CF-PL-CL02	Clarificador 1 (3000 L/h)
CF-PL-HM01	Homogeneizador 2 (6000 L/h)
CF-PL-EF01	Enfundadora de leche 1 (1200 L/h)
CF-PL-CL01	Clarificador 2 6000 L/h
CF-PL-PZ01	Pasteurizador 2 (6000 L/h)
Total de sistemas de criticidad media	7

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 3-4: Ítems no críticos de la empresa Campo Fino

Análisis CTR			
Sistemas	Sistemas no críticos	Sistemas	Sistemas no críticos
CF-GV-CL03	Caldera 3 (80 BHP)	CF-RL-SI07	Silo de 20000 L (7)
CF-GV-AA01	Sistema de alimentación de agua	CF-ET-ET01	Etiquetadora de productos JET
CF-GE-GE01	Grupo electrógeno 1 Perkins 125	CF-RL-TI01	Tina 2000 L
CF-GE-GE02	Grupo electrógeno 2 Perkins 250	CF-RL-SI01	Enfriador de placas
CF-GE-TR01	Transformador 1 Ecuatran	CF-PQ-MR01	Marmita 1 de leche para queso
CF-AC-CP01	Compresor dos pistones	CF-PQ-MR02	Marmita 2 de leche para queso
CF-AC-CP02	Compresor tres pistones	CF-PQ-TI01	Tina 1 de leche
CF-AC-CP03	Compresor de tornillo	CF-PQ-TI02	Tina 2 de leche
CF-AC-CN01	Cilindro Hidroneumático 1	CF-PQ-MS01	Mesa de trabajo 1
CF-GF-CF01	Cuarto frío 1	CF-PQ-MS02	Mesa de trabajo 2
CF-GF-CF02	Cuarto frío 2	CF-PQ-PR01	Prensa de quesos
CF-GF-SR01	Sistema de refrigeración 1	CF-PQ-MS03	Mesa de salado 1
CF-GF-SR02	Sistema de refrigeración 2	CF-PQ-MS04	Mesa de salado 2
CF-GF-SR03	Sistema de refrigeración 3	CF-PQ-MS05	Mesa de salado 3
CF-PR-MR01	Marmita saborizante 1	CF-PQ-MS06	Mesa de salado 4
CF-PR-TN01	Tina saborizante 2	CF-PQ-MS08	Mesa de salado 5
CF-PR-EF01	Enfundadora de refresco	CF-PQ-MS08	Mesa de salado 6
CF-PY-MR01	Marmita yogurtera 1	CF-PQ-TI03	Tina 3
CF-PY-MR02	Marmita yogurtera 2	CF-PQ-TI04	Tina 4
CF-PY-TN01	contenedor de yogurt	CF-PQ-CT01	Compactadora al vacío
CF-PY-MS01	Mesa de envasado 1	CF-PL-DP01	Tanque de producto terminado
CF-PY-MS02	Mesa de envasado 2	CF-PL-EF02	Enfundadora de leche 2 (1200 L/h)
CF-PY-EF01	Enfundadora de Yogurt	CF-PL-EF03	Enfundadora de leche 3 (2400L/h)
CF-PY-PA01	Purificador de agua	CF-PL-EF04	Enfundadora de leche 4 (2400L/h)
CF-AS-MR01	Marmita 1 (1000lt)	CF-AD-SZ01	Sistema de sanitización 1
CF-AS-MR02	Marmita 2 (800L)	CF-AD-SZ02	Sistema de sanitización 2
CF-AE-MR01	Marmita 1 (300L)	CF-PV-CR01	circuito 1 cabezal Mercedes 3353
CF-AE-TI01	Tina de acero (500L)	CF-PV-CR02	circuito 2 Chevrolet NQR
CF-AE-MR02	Marmita 2 (1000L)	CF-PV-CR03	circuito 3 Chevrolet NPR
CF-AE-TI02	Tina 2 (500L)	CF-PV-CR04	circuito 4 camioneta
CF-AE-BB01	Bomba turbo 1	CF-RL-SI03	Silo de 5000 L (3)
CF-AE-BB02	Bomba turbo 2	CF-RL-SI04	Silo de 5000 L (4)
CF-RL-SI01	Silo de 5000 L (1)	CF-RL-SI05	Silo de 10000 L (5)
CF-RL-SI02	Silo de 5000 L (2)	CF-RL-SI06	Silo de 12000 L (6)
Total de sistemas no críticos			68

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

4.2 Costo de mano de obra de mantenimiento.

Para el cálculo de la mano de obra se determina que los salarios del personal que pertenece al área de mantenimiento de la empresa Campo fino.

Tabla 4-4: Salarios del personal de mantenimiento

Personal de mantenimiento	Descripción	Sueldo básico (USD)	Bonos por cumplimiento (USD)
1	Técnico encargado	800.00	0
1	Técnico soldador	400.00	0
Mensual total		1200	0

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

El técnico encargado del mantenimiento de la empresa es un ingeniero electromecánico, que aparte de realizar tareas de mantenimiento activo, es el encargado de realizar los planes de mantenimiento para cada año, los cuales audita el ARCOSA.

Tabla 5-4: Componentes salariales y costo de hora hombre de mantenimiento.

Componente salarial	Valor anual (USD)
Sueldos básicos	\$ 14400,00
Horas extras/jornada nocturna	\$ 0
Bonos por cumplimiento	\$ 0
Décimo cuarto (SBU * número de técnicos)	\$ 800,00
Décimo tercero (ingresos /12)	\$1200,00
Aporte patronal (ingresos *0,1215)	\$ 1749,00
Fondos de reserva (ingresos/12)	\$ 1200,00
Vacaciones (ingresos/24)	\$ 600
Total (MO _{MA})	\$ 19949,00
Ch/h _M	\$ 5,95

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

$$C \frac{h}{h} M (\text{costo hora/ hombre de mto}) = \frac{\$ 19949,00}{2400 * 0.7 \text{ horas} * 2}$$

$$C_{hM} = \frac{\$ 19949,00}{2400 * 0.7 * \text{horas} * 2} = \$ 5,95 / \text{hora}$$

En el caso del homogeneizador 2, se realiza un ejemplo de cálculo con las tareas realizadas en el periodo junio-diciembre 2020 de mantenimientos correctivos.

Tabla 6-4: mano de obra de mantenimiento correctivo

No.	Actividad	Tiempo de reparar	No. de técnicos	h/h M
1	Cambio de cabeza de impacto y cabeza de salida, anillo de impacto.	3	1	3
2	Fuga de aceite, cambio de retenedores de aceite, Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	1	3
3	Fisurado del brazo de biela y chaqueta N° 1 y la presión de aceite cae debajo de 3 bar	5	2	10
4	Fuga de aceite, cambio de retenedores de aceite, cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	1	3
5	Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	1	3
6	Cambio de empaquetaduras CH 236,177	3	1	3
Total de horas hombre de mantenimiento h/h _M				25

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

$$MO_{MNP} (\text{MO. mantenimiento no planeado}) = C \frac{h}{h} M * \frac{h}{h} MNP (\text{h/ h de mantenimiento correctivo})$$

$$MO_{MNP} = \$5,95/\text{hora} * 25 \text{ horas}$$

$$MO_{MNP} = \$148,75$$

El costo de la mano de obra de mantenimiento no planeado para el homogeneizador 2 en el segundo semestre del año 2020 fue de \$148.75.

4.3 Desarrollo de la logística por tarea de mantenimiento, recursos y repuestos necesarios.

En la (tabla 93-3) se detalla el costo por tarea realizada tomando en cuenta si es un mantenimiento correctivo MC o un mantenimiento preventivo MP, y permite ver su diferencia entre costos.

En la primera columna se detalla el código de sistema o una descripción del sistema, en la segunda columna se puede apreciar el código de modo de falla, continuando para la derecha tenemos la descripción de la tarea a realizar de forma específica.

Para continuar con el detalle de las tareas de mantenimiento, en la columna siguiente se enlista el costo del repuesto, en el caso de ser una tarea de sustitución; la tabla que presenta más datos con información importante como el tiempo de indisponibilidad del equipo si llegara a ocurrir el modo de falla estudiado, y el costo de pérdida con el que afectaría a la producción en este periodo de tiempo.

En las columnas 7,8y 9 se encuentran datos como el tiempo de mantenimiento activo, el número de técnicos que intervienen por cada tarea, además del costo de mano de obra, por hora hombre utilizada por actividad

En las columnas del final se representa calculados los costos de la tarea cuando se ejecuta como mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo, que sería de mucha utilidad para el cálculo de las frecuencias, y establecer el tiempo optimo en donde la tarea sea más conveniente de realizarla, siempre y cuando se cuente con un historial de falla se puede realizar este análisis.

Tabla 7-4: Logística de las tareas de mantenimiento.

Equipo	Modo. F.	Descripción de la tarea	Repuesto (USD)	Costo DT (USD)	Tiempo DT (horas)	Nro. de técnicos	Tiempo de actividad	Mano de Obra/ material (USD)		Probabilidad (Años)	Imprevistos (USD)	Correctivo (USD)	Preventivo (USD)
HM02	1A1	Cambio de empaquetaduras	40	500	2	1	2	12	-	0.2	250	\$808	\$68
	1A2	Cambio de pistón bombeante	250	250	3	2	3	36	-	0.5	250	\$786	\$296
	1B1	Cambio de selector de presión	20	125	0,5	1	0,5	3	-	1	250	\$398	\$33
	2A1	Tensado de correa	-	125	0,5	1	0,5	3	2	1	250	\$380	\$15
	2A2	Cambio de banda	25	125	0,5	2	0,5	6	1	1	250	\$407	\$42
	2B1	Cambio de fusibles	5	125	0,5	1	0,5	5	2	1	250	\$387	\$22
	2B2	Rebobinado motor principal	350	2000	8	-	8	-	-	4	250	\$2.600	\$360
	3A1	Cambio de aceite	150	500	2	1	2	12	2	1	250	\$914	\$174
	3B1	Exceso de tensado de banda	-	125	0,5	1	0,5	3	2	1	250	\$380	\$15
	4A1	Cambio de biela de la bomba	2000	1000	4	2	4	48	2	1	250	\$3.300	\$2.060
	4A2	Cambio de anillos del pistón	20	1000	4	2	4	48	2	1	250	\$1.320	\$80
	5A1	Cambio de empaques OR	50	-	2	2	2	24	1	1	250	\$325	\$85
	5A2	Cambio del empaque de válvula	100	500	2	2	2	24	1	0.33	250	\$875	\$135
	6A1	Cambio de regulador presión	23	375	1,5	1	1,5	6	1	1	250	\$655	\$40
7A1	Limpieza del sistema oleo n.	-	500	2	2	2	24	6	2	250	\$780	\$40	
8A1	Cambio de regulador presión	30	250	1	1	1	6	1	1	250	\$537	\$47	
CL01	1A1	Limpieza de fotocelda		65	0.25	1	0.25	2			390	\$457	\$12
	1A2	Cambio de relay de la fotocelda	10	130	0.5	1	0.5	3			390	\$533	\$23
	1A3	Cambio de electrodos	40	390	1,5	1	1,5	9	1		390	\$830	\$60
	1A4	Cambio de transformador de ing.	50	390	1,5	1	1,5	9	1		390	\$840	\$70
	1B1	Cambio de filtro de combustible	15	390	1,5	1	1,5	9	1		390	\$805	\$35
	1B2	Cambio de boquilla	25	390	2	1	2	12	3		390	\$820	\$50
	2A1	Cambio de bomba de alim. Agua	300	510	1	1	2	12	3		390	\$1.215	\$325
	4A1	Cambio de bomba		390	1	1	2	12	3		390	\$795	\$25
	4A2	Cambio de impulsor de bomba	35	390	1	1	2	12	3		390	\$830	\$60
	4A3	Cambio de rodamiento bomba	10	390	1	1	2	12	3		390	\$805	\$35
CL02	1A1	Limpieza de fotocelda		130	0.25	1	0.25	2			520	\$652	\$12
	1A2	Cambio de relay de la fotocelda	10	260	0.5	1	0.5	3			520	\$793	\$23
	1A3	Cambio de electrodos	40	780	1,5	1	1,5	9	1		520	\$1.350	\$60
	1A4	Cambio de transformador de ing.	60	780	1,5	1	1,5	9	1		520	\$1.370	\$80
	1B1	Cambio de filtro de combustible	15	780	1,5	1	1,5	9	1		520	\$1.325	\$35
	1B2	Cambio de boquilla	25	780	2	1	2	12	3		520	\$1.340	\$50
	2A1	Cambio de bomba de alim. Agua	310	1040	1	1	2	12	3		520	\$1.885	\$335
	4A1	Cambio de bomba		520	1	1	2	12	3		520	\$1.055	\$25
	4A2	Cambio de impulsor de bomba	35	520	1	1	2	12	3		520	\$1.090	\$60
	4A3	Cambio de rodamiento bomba	10	780	1	1	2	12	3		520	\$1.325	\$35

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 8-4: Hoja 2 de la logística por tareas

Equipo	Modo. F.	Descripción de la tarea	Repuesto (USD)	Costo DT (USD)	Tiempo DT (horas)	Nro. de técnicos	Tiempo de actividad	Mano de Obra /material(USD)		Probabilidad (Años)	Imprevistos (USD)	Correctivo	Preventivo
AC01	1A1	Cambio de sensor de nivel	25		1	1	1	6		2	50	\$81	\$41
	1A2	Cambio de sensor de nivel	25		1	1	1	6		2	50	\$81	\$41
	1B1	Cambio de sellos de la bomba	10		1	1	1	6		2	50	\$66	\$26
	1B2	Cambio de impulsor	35		2	1	2	12		1	50	\$97	\$57
	1B3	Limpieza de válvula de pie			0,5	1	0,5	3		1	50	\$53	\$13
	1B4	Cambio de rodamiento	10		2,5	1	2,5	15		1	50	\$75	\$35
	1C1	Ajuste de impulsor	35		1,5	1	1,5	9		1	50	\$94	\$54
	1C2	Cambio sensor de nivel y sellos	240		3,5	1	3,5	21		1	50	\$311	\$271
	1C3	Limpieza del depósito, cambio V	20		2,5	1	2,5	15		1	50	\$85	\$45
	2A1	Soldadura 7018	30		2	1	2	12	2	4	50	\$94	\$54
3A1	Limpieza del tanque			2,5	2	2,5	25		1	50	\$75	\$35	
4A1	Soldadura 6011	10		2,5	1	2,5	15		4	50	\$75	\$35	
HM01	1A1	Cambio de empaquetaduras	40	1080	2	1	2	12	-	1	270	\$1.402	\$62
	1A2	Cambio de pistón bombeante	250	1630	3	2	3	36	-	1	270	\$2.186	\$296
	1B1	Cambio de selector de presión	20	270	0,5	1	0,5	3	-	1	270	\$563	\$33
	2A1	Cambio de regulador de presión		540						1	270	\$810	\$10
	3A1	Tensado de correa	-	270	0,5	1	0,5	3	2	1	270	\$545	\$15
	3A2	Cambio de banda	25	270	0,5	2	0,5	6	1	1	270	\$572	\$42
	3B1	Cambio de fusibles	5	270	0,5	1	0,5	5	2	1	270	\$552	\$22
	3B2	Rebobinado motor principal	350	4350	8	-	8	-	-	4	270	\$4.970	\$360
	3B3	Cambio de rodamiento	25	1630	4	2	3	36		1	270	\$1.961	\$71
	4A1	Cambio de aceite	150	1080	2	1	2	12	2	2	270	\$1.514	\$174
	4B1	Exceso de tensado de banda	-	270	0,5	1	0,5	3	2	1	270	\$545	\$15
	5A1	Limpieza sistem. oleo neumático		1080	2	2	2	24	6	2	270	\$1.380	\$40
	6A1	Cambio de biela de la bomba	2000	2170	4	2	4	48	2	2	270	\$4.490	\$2.060
	6A2	Cambio de anillos del pistón	20	2170	4	2	4	48	2	2	270	\$2.510	\$80
	7A1	Cambio de empaques OR	50	-	2	2	2	24	1	1	270	\$345	\$85
7A2	Cambio del empaque de válvula	100	1088	2	2	2	24	1	2	270	\$1.483	\$135	
7B1	Cambio de regulador presión	23	790	1,5	1	1,5	6	1	2	270	\$1.090	\$40	
8A1	Cambio de regulador presión	30	540	1	1	1	6	1	2	270	\$847	\$47	
PZ01	1A1	Cambio de sello mecánico	10	250	1	1	1	6		1	250	\$516	\$26
	1A2	Cambio de impulsor	30	250	1	1	2,5	15	1	3	250	\$546	\$56
	1A3	Cambio de rodamientos	10	250	1	1	3,5	21	2	1	250	\$533	\$43
	1B1	Re barnizado de motor	10	250	1	1	3,5	21	4	2	250	\$535	\$45
	1B2	Ajuste de impulsor		250	1	1	3	18	2	2	250	\$520	\$30
	1B3	Rebobinado motor quemado	80	250	1	1	1	6		2	250	\$586	\$96
2A1	Cambio de sello	10	250	1	1	1	6		1	250	\$516	\$26	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 9-4: Hoja 3 de la logística por tareas.

Equipo	Modo.F.	Descripción de la tarea	Repuesto (USD)	Costo DT (USD)	Tiempo DT (horas)	Nro. de técnicos	Tiempo de actividad	Mano de Obra/ material (USD)		Probabilidad (Años)	Imprevistos (USD)	Correctivo	Preventivo
PZ01	2A2	Cambio de impulsor	30	250	1	1	3	18	2	3	250	\$550	\$60
	2A3	Cambio de rodamiento	10	250	1	1	3,5	21	1	1	250	\$532	\$42
	2B1	Ajuste de impulsor		250	1	1	3	21	2	2	250	\$523	\$33
	2B2	Motor quemado	80	250	1	1	1	18		2	250	\$598	\$108
	2B3	Motor sobrecalentado	10	250	1	1	3,5	6	4	3	250	\$520	\$30
	3A1	Cambio de rodamientos	10	250	1	1	3,5	21		1	250	\$531	\$41
	3A2	Cambio de sellos	10	250	1	1	1	21		2	250	\$531	\$41
	3A3	Cambio de impulsor	30	250	1	1	3	6		2	250	\$536	\$46
	3A4	Cambio de impulsor	30	250	1	1	3	18	2	3	250	\$550	\$60
	3B1	Ajuste de impulsor		250	1	1	3	18	2	2	250	\$520	\$30
	3B2	Rebobinado motor quemado	80	250	1	1	1	18		3	250	\$598	\$108
	3B3	Re barniz motor sobrecalentado	10	250	1	1	3,5	6	4	3	250	\$520	\$30
	4A1	Cambio de impulsor	30	250	1	1	3	21	2	3	250	\$553	\$63
	4A2	Cambio de impulsor	30		1	1	3	18	2	3	250	\$300	\$60
	4A3	Cambio de sello mecánico	10		1	1	1	18		2	250	\$278	\$38
	4A4	Cambio de rodamientos	10		1	1	3,5	6	4	1	250	\$270	\$30
	4B1	Rebobinado	80		1	1	1	21		3	250	\$351	\$111
	4B2	Re barnizado	10		1	1	3,5	6	4	3	250	\$270	\$30
	4B3	Ajuste de impulsor			1	1	3	21	2	2	250	\$273	\$33
	5A1	Cambio de intercambiador	900	1000	1	1		18		2	250	\$2.168	\$928
6A1	Cambio de intercambiador	300	500	1	1	4	24		2	250	\$1.074	\$334	
7A1	Cambio de intercambiador	300	500	1	1	2	12		2	250	\$1.062	\$322	
8A1	Limpiar válvula	200		1	1	3	18		1	250	\$468	\$228	
9A1	Calibrar válvula			1	1	1	6		1	250	\$256	\$16	
CR02	1A1	Cambio de rodamientos	25	500	2	2	2	24	1	1	250	\$800	\$60
	1A2	Alinear acople		500	2	2	2	24		2	250	\$774	\$34
	1A3	Ajustar tornillos	6	250	1	1	1	6		3	250	\$512	\$22
	1A4	Rectificar el eje	200	1500	6	1	6	36		4	250	\$1.986	\$246
	1A5	Cambio de rodamientos	50	1000	4	2	4	48		1	250	\$1.348	\$108
	1A6	Cambio de rodamientos	25	500	2	2	2	24		1	250	\$799	\$59
	1B1	Cambio de rodamientos	25	500	2	2	2	24	1	1	250	\$800	\$60
	1B2	Rebobinado	350	2000	8					4	250	\$2.600	\$360
	1B3	Rebobinado	350	2000	8					4	250	\$2.600	\$360
	1B4	Motor quemado	1200	500	2	2	2	24		4	250	\$1.974	\$1.234
	1B5	Cambio de bimetálico	40	250	1	1	1	6		4	250	\$546	\$56
	1B6	Cambio de terminales	10	250	1	1	1	6		4	250	\$516	\$26
	2A1	Limpieza de motor	12		2		2	24		2	250	\$286	\$46

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 10-4: Hoja 4 de la logística por tareas.

Equipo	Modo.F.	Descripción de la tarea	Repuesto (USD)	Costo DT (USD)	Tiempo DT (horas)	Nro. de técnicos	Tiempo de actividad	Mano de Obra/ material (USD)		Probabilidad (Años)	Imprevistos (USD)	Correctivo	Preventivo
CR02	2A2	Cambio de ventilador	200	500	1	1	2	12	1	4	250	\$962	\$222
	2A3	Cambio de rodamientos	25	500	2	2	2	24	1	1	250	\$800	\$60
	3A1	Cambio de corona	200	1000	4	2	4	48	2	3	250	\$1.500	\$260
	3A2	Cambio de aceite	240	1000	4	2	4	48	2	1	250	\$1.540	\$300
	3B1	Cambio de engranaje	200	1000	4	2	4	48	2	4	250	\$1.500	\$260
	3B2	Cambio de cojinetes verticales	100	1000	4	2	4	48	2	1	250	\$1.400	\$160
	3B3	Cambio de cojinetes horizontal.	100	1000	4	2	4	48	2	1	250	\$1.400	\$160
	4A1	Cambio de membrana	10	250	1	1	1	6		1	250	\$516	\$26
	4B1	Barnizado de bomba	10	250	1	1	4,5	21	4	4	250	\$535	\$45
	4B2	Cambio de rodamientos	10	250	1	1	3,5	21		1	250	\$531	\$41
	4B3	Cambio de impulsor	30	250	2	1	3	18		4	250	\$548	\$58
	5A1	Cambio de juntas de goma	200	1000	4	2	4	48		1	250	\$1.498	\$258
	5A2	Cambio de juntas de válvula	150	500	2	2	2	25		1	250	\$925	\$185
	5A3	Limpieza tambor		500	2	2	2	25		1	250	\$775	\$35
	5B1	Alta presión de producto								1	250	\$250	\$10
	5C1	Cambios de juntas de salida	100	500	2	2	2	25		1	250	\$875	\$135
	5C2	Cambios de juntas de llave	100	500	2	2	2	25		3	250	\$875	\$135
	5C3	Limpieza de diafragma		500	2	2	2	25		2	250	\$775	\$35
	5E1	Cambio de junta de pistón móvil	100	500	2	2	2	25		2	250	\$875	\$135
	5F1	Limpieza de válvula		250	1	2	1	12		1	250	\$512	\$22
5F2	Limpieza de electroválvula		250	1	2	1	12		1	250	\$512	\$22	
5G1	Montar el tambor		500	2	2	2	24		3	250	\$774	\$34	
5G2	Cambio de diafragma	50	500	2	2	2	25		3	250	\$825	\$85	
PZ01	1A1	Cambio de sello mecánico	10	540	1	1	1	6		1	540	\$1.096	\$26
	1A2	Cambio de impulsor	35	540	1	1	2,5	15	1	1	540	\$1.131	\$61
	1A3	Cambio de rodamientos	10	540	1	1	3,5	21	2	1	540	\$1.113	\$43
	1B1	Re barnizado de motor	10	540	1	1	3,5	21	4	2	540	\$1.115	\$45
	1B2	Ajuste de impulsor		540	1	1	3	18	2	1	540	\$1.100	\$30
	1B3	Rebobinado motor quemado	150	540	1	1	1	6		2	540	\$1.236	\$166
	2A1	Cambio de sello	10	540	1	1	1	6		1	540	\$1.096	\$26
	2A2	Cambio de impulsor	35	540	1	1	3	18	2	1	540	\$1.135	\$65
	2A3	Cambio de rodamiento	10	540	1	1	3,5	21	1	1	540	\$1.112	\$42
	2B1	Ajuste de impulsor		540	1	1	3	21	2	1	540	\$1.103	\$33
	2B2	Motor quemado	150	540	1	1	1	18		2	540	\$1.248	\$178
	2B3	Motor sobrecalentado	10	540	1	1	3,5	6	4	2	540	\$1.100	\$30
	3A1	Cambio de rodamientos	10	540	1	1	3,5	21		1	540	\$1.111	\$41
	3A2	Cambio de sellos	10	540	1	1	1	21		1	540	\$1.111	\$41

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 11-4: Hoja 5 de la logística por tareas.

Equipo	Modo.F.	Descripción de la tarea	Repuesto (USD)	Costo DT (USD)	Tiempo DT (horas)	Nro. de técnicos	Tiempo de actividad	Mano de Obra/ material (USD)		Probabilidad (Años)	Imprevistos (USD)	Correctivo	Preventivo
PZ01	3A3	Cambio de impulsor	35	540	1	1	3	6	2	1		\$581	\$51
	3A4	Cambio de impulsor	35	540	1	1	3	18	2	2	540	\$1.135	\$65
	3B1	Ajuste de impulsor		540	1	1	3	18	2	1	540	\$1.100	\$30
	3B2	Rebobinado motor quemado	150	540	1	1	1	18		2	540	\$1.248	\$178
	3B3	Re barniz motor sobrecalentado	10	540	1	1	3,5	6	4	2	540	\$1.100	\$30
	4A1	Cambio de impulsor	35		1	1	3	21	2	2	540	\$598	\$68
	4A2	Cambio de impulsor	35		1	1	3	18	2	2	540	\$595	\$65
	4A3	Cambio de sello mecánico	10		1	1	1	18		1	540	\$568	\$38
	4A4	Cambio de rodamientos	10		1	1	3,5	6	4	1	540	\$560	\$30
	4B1	Rebobinado	150		1	1	1	21		4	540	\$711	\$181
	4B2	Re barnizado	10		1	1	3,5	6	4	4	540	\$560	\$30
	4B3	Ajuste de impulsor			1	1	3	21	2	2	540	\$563	\$33
	5A1	Cambio de intercambiador	1500	2160	1	1		18		2	540	\$4.218	\$1.528
	6A1	Cambio de intercambiador	600	1080	1	1	4	24		2	540	\$2.244	\$634
7A1	Cambio de intercambiador	600	1080	1	1	2	12		2	540	\$2.232	\$622	
8A1	Limpiar válvula	200		1	1	3	18		1	540	\$758	\$228	
9A1	Calibrar válvula			1	1	1	6		1	540	\$546	\$16	
CR01	1A1	Cambio de rodamientos	25	1080	2	2	2	24	1	2	540	\$1.670	\$60
	1A2	Alinear acople		1080	2	2	2	24		3	540	\$1.644	\$34
	1A3	Ajustar tornillos	10	540	1	1	1	6		4	540	\$1.096	\$26
	1A4	Rectificar el eje	400	3240	6	1	6	36		4	540	\$4.216	\$446
	1A5	Cambio de rodamientos	50	2160	4	2	4	48		1	540	\$2.798	\$108
	1A6	Cambio de rodamientos	25	1080	2	2	2	24	1	1	540	\$1.670	\$60
	1B1	Cambio de rodamientos	25	1080	2	2	2	24	1	1	540	\$1.670	\$60
	1B2	Rebobinado	850	4320	8					4	540	\$5.710	\$860
	1B3	Rebobinado	850	4320	8					4	540	\$5.710	\$860
	1B4	Motor quemado	5500	1080	2	2	2	24		4	540	\$7.144	\$5.534
	1B5	Cambio de bimetálico	80	540	1	1	1	6		4	540	\$1.166	\$96
	1B6	Cambio de terminales	10	540	1	1	1	6		4	540	\$1.096	\$26
	2A1	Limpieza de motor			2		2	24		2	540	\$564	\$34
	2A2	Cambio de ventilador	300	1080	1	2	2	24	1	4	540	\$1.945	\$335
	2A3	Cambio de rodamientos	25	1080	2	2	2	24	1	1	540	\$1.670	\$60
	3A1	Ajuste de banda plana		540	1	1	1	6		1	540	\$1.086	\$16
	3A2	Cambio de banda	50	1080	2	2	2	24		2	540	\$1.694	\$84
	3B1	Cambio de fusibles	10	540	1	1	1	6		3	540	\$1.096	\$26
	3B2	Rebobinado	850	4320	8					4	540	\$5.710	\$860
3B3	Cambio de rodamientos	50	1620	3	2	3	36		2	540	\$2.246	\$96	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 12-4: Hoja 6 de la logística por tareas.

Equipo	Modo F.	Descripción de la tarea	Repuesto (USD)	Costo DT (USD)	Tiempo DT (horas)	Nro. de técnicos	Tiempo de actividad	Mano de Obra/ material (USD)		Probabilidad (Años)	Imprevistos (USD)	Correctivo	Preventivo
CR1	4A1	Cambio de anillos y sellos	300	1620	1	2	3	36		4	540	\$2.496	\$346
	4B1	Barnizado de bomba	15	540	1	1	3	18	4	4	540	\$1.117	\$47
	4B2	Cambio de rodamientos	10	540	1	1	3,5	21		1	540	\$1.111	\$41
	4B3	Cambio de impulsor	30	540	1	1	3	18		4	540	\$1.128	\$58
	5A1	Cambio de anillo aislador	200	2160	4	2	4	48		3	540	\$2.948	\$258
	5A2	Cambio de juntas de válvula	25	1080	2	2	2	24		1	540	\$1.669	\$59
	5A3	Limpieza tambor		1080	2	2	2	24		1	540	\$1.644	\$34
	5B1	Alta presión de producto								1	540	\$540	\$10
	5C1	Cambios de juntas de salida	70	1080	2	2	2	24		1	540	\$1.714	\$104
	5C2	Limpieza de diafragma		1080	2	2	2	24		1	540	\$1.644	\$34
	5E1	Cambio de junta deslizante	70	1080	2	2	2	24		2	540	\$1.714	\$104
	5F1	Limpieza de válvula		540	1	2	1	12		1	540	\$1.092	\$22
	5F2	Limpieza de electroválvula		540	1	2	1	12		1	540	\$1.092	\$22
	5G1	Montar el tambor		1080	2	2	2	24		3	540	\$1.644	\$34
	5G2	Diafragma gastado	100	2160	4	2	4	48		3	540	\$2.848	\$158
5H1	Cambio de rodamientos de árbol	200	3240	6	2	6	72		2	540	\$4.052	\$282	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Para determinar el costo por pérdida de producción por el tiempo de indisponibilidad DT, se estimó un cálculo tomando en cuenta las unidades producidas por semana, y el costo de estas, entre estas son leche, yogurt, queso y refresco.

Tabla 13-4: Producción semanal en ventas

Producción semanal	Unidades producidas (Litros)	Precio unitario (USD)	Precio de producción (USD)	Total (USD)
Bebida láctea	54000	0,40	0,20	19200
Refresco	18000	0,30	0,15	5120
Yogurt	6000	0,70	0,40	10800
Quesos	2400	1,80	1,50	1680
Ventas totales				\$ 36800.00

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Teniendo en cuenta el total de ventas a la semana se realiza un estudio y se determina que cada sistema de acuerdo a su contexto operacional puede generar impactos significativos a la producción por una hora de paro, algunas fallas generan pérdidas directas por ejemplo en los calderos, es el sistema principal para producir todos los derivados lácteos, por ese motivo debe estar disponible y sus efectos por improductividad pueden ser impactantes. En la siguiente tabla se enlista el impacto que generan las siguientes áreas por no indisponibilidad de los equipos.

Tabla 14-4: Pérdidas que generan los equipos en las distintas áreas por improductividad

Área de aire comprimido	No genera pérdida por alta redundancia de compresores. (3 compresores)	
Área de generación eléctrica	No genera pérdida por la presencia de redundante de 2 grupos electrógenos.	
Área de generación de frío	No genera pérdida por la presencia de redundante de 3 sistemas	
Área de generación de vapor	Caldero 1 (\$390.00/hora)	Caldero 2 (\$780.00hora)
Área de recepción de leche	No genera pérdida por la presencia de redundante de 7 silos de recepción	
Área de producción de leche	Línea de 3000 L/h (\$250.00/hora)	Línea de 6000 L/h (\$540.00/hora)
Área de producción de yogurt	Puede generar retraso en la entrega de mercancía (\$190/hora)	
Área de producción de queso	No genera pérdida por la presencia de redundante de 4 marmitas y 8 mesas	
Área de producción de refresco	Puede generar retraso en la entrega de mercancía (\$100/hora)	
Área de emulsión	No genera pérdida por la presencia de redundante de 2 marmitas	
Área de etiquetado	Puede generar retraso en la entrega de mercancía (\$300/hora)	
Parque vehicular	Los circuitos generan pérdidas de hasta (\$100.00/día de trabajo)	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

4.4 Criticidad de repuestos.

Es importante contar con una bodega de repuestos porque permitirá reducir tiempos para la reparación, que pueden ocasionar las diversas consecuencias, para determinar la criticidad de los repuestos se utilizó una metodología sencilla con criterios cuantitativos, casi similar al análisis de criticidad aplicado a los sistemas, con el fin de determinar los repuestos que obligatoriamente se debería tener en bodega.

Tabla 15-4: Hoja 1 de análisis de criticidad de repuestos.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS BASADOS EN CONFIABILIDAD RCC		Frecuencia					Consecuencia										Posición en la matriz		Criticidad total por riesgo RCC=F*C
		Frecuencias de repuestos					Impacto a la logística (1 jornada = 8 horas)					Impacto al negocio					Frecuencia (F)	Consecuencias (C)	
		Muy pobre: más de 6 fallos al año	Pobre: Mayor a 5 fallos al año	Promedio: [3-4] fallos al año	Bueno: [1- 2] fallos al año	Excelente: menos de 1 fallos al año	Mas de 4 jornadas de trabajo	Entre 2 y 3 jornadas de trabajo	Entre 8 a 16 horas	Entre: 5 a 8- horas	Entre : 1ª 5 horas	Costo mayor a 3000 (USD)	Costo entre: 1500 y 30000	Costo entre 1000 y 1500 (USD)	Costo entre500 y 1000(USD)	Costo inferior a 500 (USD)			
Ponderación de los factores		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	F	C	Criticidad
Código	Modo de fallo / repuesto																		
Homogenizador 2 (3000 L/h) CF-PL-HM02	1A1	Empaquetaduras CH cristalizado	X						X					X			4	2	Media criticidad
	1A2	Pistón bombeante			X		X					X					2	4	Alta criticidad
	1B1	Selector neumático				X			X					X			1	2	Baja criticidad
	2A2	Banda fisurada			X			X					X				2	3	Media criticidad
	2B1	Fusibles quemados				X			X						X		1	1	Baja criticidad
	3A1	Filtro de aceite obturación			X				X						X		2	1	Baja criticidad
	3A1	Cambio de aceite por suciedad			X			X					X				2	3	Media criticidad
	4A1	Biela en la bomba fisurado			X		X				X	X					2	5	Muy alta criticidad
	4A2	Anillo de pistón desgastado			X		X				X	X					2	5	Muy alta criticidad
	5A1	Empaquetaduras H cristalizadas			X				X				X				2	2	Baja criticidad
	5A2	Empaque válvula cristalizadas			X				X				X				2	2	Baja criticidad
	6A1	Regulador de presión agua fisurado				X				X					X		1	2	Baja criticidad
	7A1	Regulador de presión de aire fisura				X			X						X		1	2	Baja criticidad
CL01	1A1	Fotocelda defectuosa				X		X					X				1	3	Media criticidad
	1A2	Relay de la fotocelda quemada			X				X					X			2	2	Baja criticidad
	1A3	Electrodos cristalizados				X		X					X				1	3	Media criticidad
	1A4	transformador de ignición quemado				X			X					X			1	2	Baja criticidad
	1B1	filtro de combustible obturación			X				X				X				2	3	Media criticidad
	1B2	Boquilla cristalizada				X				X					X		1	2	Baja criticidad

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 16-4: Hoja 2 de criticidad de repuestos

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS BASADOS EN CONFIABILIDAD RCC (Matriz de riesgo)			Frecuencia					Consecuencia					Posición en la matriz		Criticidad total por riesgo RCC			
			Frecuencias de repuestos					Impacto a la logística (1 jornada = 8 horas)			Impacto al negocio		Frecuencia (F)	Consecuencias (C)				
			Muy pobre: más de 6 fallos al año	Pobre: Mayor a 5 fallos al año	Promedio: [3-4] fallos al año	Bueno: [1- 2] fallos al año	Excelente: menos de 1 fallos al año	Más de 4 jornadas de trabajo	Entre 2 y 3 jornadas de trabajo	Entre 8 a 16 horas	Entre: 5 a 8- horas	Entre : 1 a 5 horas				Costo mayor a 3000 (USD)	Costo entre: 1500 y 30000	Costo entre 1000 y 1500 (USD)
			5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4		3	2	1
Ponderación de los factores																		Criticidad
Código	Modo de fallo / repuesto																	
CL01	2A1	corto bomba de alimentación agua				X			X					X	1	1	Baja criticidad	
	4A1	Bomba quemada				X			X					X	1	1	Baja criticidad	
	4A2	Impulsor de bomba cavitado				X			X					X	1	1	Baja criticidad	
	4A3	Rodamiento bomba atascada			X				X					X	2	1	Baja criticidad	
CL02	1A2	Relay de la fotocelda quemado			X				X					X	2	1	Baja criticidad	
	1A3	Electrodos cristalizados				X			X			X		1	3	Media criticidad		
	1A4	transformador de ignición quemado				X		X				X		1	2	Baja criticidad		
	1B1	Filtro de combustible (impurezas)			X				X			X		2	3	Media criticidad		
	1B2	Boquilla fisurada				X			X			X		1	2	Baja criticidad		
	2A1	bomba de alimentación agua corto				X			X			X		1	2	Baja criticidad		
	4A1	Bomba quemada				X			X			X		1	2	Baja criticidad		
	4A2	impulsor de bomba roto				X			X			X		1	2	Baja criticidad		
4A3	rodamiento bomba degradado			X				X			X		2	2	Baja criticidad			
AC01	1A1	sensor de nivel, cable cristalizado			X			X						X	3	1	Media criticidad	
	1A2	sensor de nivel con combustible			X			X						X	3	1	Media criticidad	
	1B1	Sellos de la bomba cristalizado			X				X					X	2	1	Baja criticidad	
	1B2	Impulsor cavitado				X			X					X	1	1	Baja criticidad	
	1B4	Rodamiento atascado			X				X					X	2	1	Baja criticidad	
	1C2	sensor de nivel y sellos cristalizado			X			X						X	3	1	Media criticidad	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Para determinar la matriz de criticidad de repuestos se pondero los factores a estudiar, con esos valores se ubica los números resultantes en la siguiente tabla, y se determina en que grado de criticidad se encuentra el repuesto estudiado, tomando en cuenta que en el eje de las x se encuentra las consecuencias, y en el eje vertical las frecuencias, las dos en una ponderación del 1 al 5.

Tabla 17-4: Matriz de criticidad RCC

5	A	A	M	MA	MA
4	M	M	A	MA	MA
3	M	M	M	A	MA
2	B	B	M	A	MA
1	B	B	M	A	A
	1	2	3	4	5

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

De la tabla anterior podemos determinar los repuestos de:

B= Baja criticidad

M= Media criticidad

A= Alta criticidad

MA= Muy alta criticidad

Luego de realizar el análisis de criticidad se enlista los repuestos que obligatoriamente debería existir en la bodega, además de que se realizó una lista de todos los repuestos que serían utilizados en un año, además que los sellos y juntas se requiere un kit por año.

A continuación, se tabula los repuestos de muy alta criticidad, alta criticidad, y media criticidad, los demás repuestos se enlistaron de forma organizada.

Tabla 18-4: repuestos críticos de los homogeneizadores

	Homogeneizador 2		Homogeneizador 1	
Muy alta criticidad	4A1	Biela en la bomba fisurado	4A1	Biela en la bomba fisurado
	4A2	Anillo de pistón desgastado	4A2	Anillo de pistón desgastado
Alta criticidad	1A2	Pistón bombeante	1A2	Pistón bombeante
	3B3	Rodamientos motores principal	3B3	Rodamientos motores principal
Media criticidad	1A1	Empaquetaduras CH cristalizado	1A1	Empaquetaduras CH cristalizado
	2A2	Banda fisurada	2A2	Banda fisurada
	7A1	Empaque OR	7A1	Empaque OR

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 19-4: Repuestos críticos de los calderos.

	CL01 caldero 1		CL01 caldero 1	
Media criticidad	1A3	Electrodos cristalizados	1A3	Electrodos cristalizados
	1B1	filtro de combustible obturación	1B1	filtro de combustible obturación
	1A2	Relay de la fotocelda quemado	1A2	Relay de la fotocelda quemado

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 20-4: Repuestos críticos del sistema de alimentación de combustible.

	Alimentación de combustible	
Media criticidad	1A1	sensor de nivel, cable cristalizado
	1A2	sensor de nivel con combustible
	1C2	sensor de nivel y sellos cristalizado

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 21-4: repuestos críticos de los clarificadores

	Clarificador 2		Clarificador 1	
Alta criticidad	3A1	Corona sin fin	5A1	Anillo aislador del eje principal
	3A2	Aceite	5A2	juntas de válvula cristalizados
	3B1	Engranaje sin fin	5C1	juntas de salida cristalizados
	3B2	Cojinetes del árbol vertical	5E1	Junta de la parte deslizante
			5G2	Diafragma gastado
Media criticidad			5H1	Rodamientos de árbol principal
	5A1	Juntas de goma del tambor	1A1	Rodamientos del motor principal
	5A2	Juntas de válvula cristalizado	2A2	Ventilador del motor principal
	5C1	Juntas de salida cristalizado	2A3	Par de rodamientos motor principal
	5C2	Juntas de llave cristalizado	3A2	Banda plana rota
	5E1	Junta de pistón móvil cristalizado	4A1	anillos y sellos desgastados
	5G2	Diafragma desgastado		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 22-4: Repuestos y cantidades

Código	Modo de fallo / repuesto	cantidad	
Homogeneizador 2 HM02	1A1	Empaquetaduras CH cristalizado	8
	1A2	Pistón bombeante	1
	1B1	Selector neumático	1
	2A2	Banda fisurada	1
	2B1	Fusibles quemados	2
	3A1	Filtro de aceite obturación	1
	3A1	Cambio de aceite por suciedad	28L
	4A1	Biela en la bomba fisurado	1
	4A2	Anillo de pistón desgastado	2
	5A1	Empaquetaduras H cristalizadas	4
	5A2	Empaque válvula cristalizadas	1
	6A1	Regulador de presión agua fisurado	1
	7A1	Regulador de presión de aire fisura	1
Caldero 1 CL01	1A1	Fotocelda defectuosa	1
	1A2	Relay de la fotocelda quemada	1
	1A3	Electrodos cristalizados	2
	1A4	transformador de ignición quemado	1
	1B1	filtro de combustible obturación	10
	1B2	Boquilla cristalizada	1

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

(continuación de la tabla 22-4)

Código	Modo de fallo / repuesto	cantidad	
Caldero 1 CL01	4A1	Bomba quemada	1
	4A2	Impulsor de bomba cavitado	1
	4A3	Rodamiento bomba atascada	2
Caldero 2 CL02	1A2	Relay de la fotocelda quemado	1
	1A3	Electrodos cristalizados	2
	1B1	Filtro de combustible (impurezas)	10
Alimentación de combustible AC01	1A2	sensor de nivel con combustible	2
	1B1	Sellos de la bomba cristalizado	2
	1B2	Impulsor cavitado	1
	1B4	Rodamiento atascado	2
	1C2	sensor de nivel y sellos cristalizado	4
	2A1	Electrodos 7018 fuga	1 lb
	4A1	Electrodos 6011 fuga	1 lb
Homogeneizador HM01	1A1	Empaquetaduras CH desgastado	8
	1A2	Pistón bombeante desgastado	1
	3A2	Banda rota o en mal estado	1
	3B1	Fusibles quemados	2
	3B3	Rodamiento motor principal malo	2
	4A1	Cambio de aceite por mal estado	28 L
	6A1	biela de la bomba fisurada	1
	6A2	anillos del pistón desgastados	2
	7A1	empaques OR cristalizados	6
7A2	empaque de válvula cristalizado	2	
Pasteurizador 2 PZ02	1A1	sello mecánico bomba 1 cristalizado	1
	1A2	Impulsor bomba 1	1
	1A3	Rodamientos bomba 1	2
	2A1	Sello bomba 2 cristalizado	1
	2A2	Impulsor bomba leche 2	1
	2A3	Rodamiento bomba leche 2	2
	3A1	Rodamientos bomba de agua 1	2
	3A2	Sellos bomba agua 1 cristalizado	1
	3A3	Impulsor bomba agua 1	1
Clarificador 2 CR02	1A1	Rodamientos del motor principal	2
	2A2	Ventilador del motor principal	1
	3A1	Corona sin fin	1
	3B1	Engranaje sin fin	1
	3B2	Cojinetes del árbol vertical	4
	3B3	Cojinetes del árbol horizontal.	4
	4A1	Membrana de grupo maniobra	2
	5A1	Juntas de goma del tambor	Kit de 10
	5A2	Juntas de válvula cristalizado	Kit de 8
	5C1	Juntas de salida cristalizado	Kit de 10
	5C2	Juntas de llave cristalizado	Kit de 4
5E1	Junta de pistón móvil cristalizado	Kit de 5	
Pasteurizador 1 PZ01	1A1	sello mecánico bomba 1 cristalizado	1
	1A2	Impulsor bomba 1	1
	1A3	Rodamientos bomba 1	2
	2A1	Sello bomba 2 cristalizado	1
	2A2	Impulsor bomba leche 2	1
	2A3	Rodamiento bomba leche 2	2
	3A1	Rodamientos bomba de agua 1	2
	3A2	Sellos bomba agua 1 cristalizado	1
3A3	Impulsor bomba agua 1	1	
Clarificador 1 CR01	1A1	Rodamientos del motor principal	2
	2A2	Ventilador del motor principal	1

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

(continuación de la tabla 22-4)

Código	Modo de fallo / repuesto	cantidad	
Clarificador 1CR01	3A2	Banda plana rota	1
	4A1	anillos y sellos desgastados del grupo de agua	Kit de 6
	5A1	Anillo aislador del eje principal	Kit de 3
	5A2	juntas de válvula cristalizados	Kit de 6
	5C1	juntas de salida cristalizados	Kit de 10
	5E1	Junta de la parte deslizante	Kit de 4
	5H1	Rodamientos de árbol principal	4

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 23-4: Otros insumos y repuestos

Diferentes sistemas	Repuestos y materiales	cantidad
Silos, marmitas, tinas y depósitos, mesas de queso	Retenedor de agitadores HTBCR 4565 10/8	1
	Balinas /rodamientos 6205 2RSC3	3
	Material de aporte de acero inoxidable para soldadura tic	5 lb
Enfriador de placas	Empaques del enfriador	4
Sistemas de refrigeración y cuartos fríos	filtros	2
	Refrigerante R22 un cilindro	45 lb
	Refrigerante 507 A	45 lb
	Resistencia eléctrica	2
	termostatos	4
Motorreductores de marmitas silos y enfundadora de leche	Cambio de aceite ISO 140	10L
	Retenedores TTD: F2221PA8-ND	10
	Rodamientos 6207 2RSC3	10
Compresores	Cambio de aceite ISO 100 sud oil	4 L
	Filtro de aire	2
Grupos electrógenos, vehículos Diesel	Cambio de aceite	110 gal
	filtros	15

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 24-4: Listado de insumos tribológicos

Equipo	Característica tribológica	Cantidad/ año	Precio (USD)
Compresores	CAPELLA 68-CHE-VRON/o ISO 100	1 galón	\$45.00
Clarificador1	MOBILGEAR 600 XP 320/MEROPA 320	1 galón	\$45.00
Clarificador2	MOBIL VELOCITE OIL E.320	4 galones	\$175.00
Homogeneizadores	TAMOIL CARTER EP 150 o /MOBILGEAR 630 XP 150/ REGAL 150/OMALA 150	14 galones	\$500.00
Motorreductores	Aceite SAE 140	2 galones	\$40.00
Válvula de homogenización	SHELL TELLUS T15 o inferiores a ISO 20	1 litro	\$5.00
Vehículos a Diesel y grupo electrógeno.	CHEVRON SAE 15W-40	120 galones	\$3500.00
Grasa para vehículos	AMALIE BLUE HI TEMP NLGI-2 color azul	35 lb	\$45.00
Grasa compatible con alimentos NGLI-2	SKF LGFP 2 color rojo	15 lb	\$60.00

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Estos datos son muy importantes para las actividades de lubricación, en el caso de los filtros, si no se dispone de especificaciones técnicas para su elección, se puede realizar la correcta selección

del nivel de limpieza, según la norma ISO 4406:1999, que se refiere a la cantidad de partículas sobre 4 μm , 6 μm y 14 μm .

Como primera instancia se determinó el tipo de sistema hidráulico, en este caso el homogeneizador posee una bomba de pistones, en la columna de la izquierda, están los diferentes sistemas, y se debe escoger la que dice bomba de pistones.

Se debe elegir a la presión a la que trabaja la bomba de pistones, en trabajo continuo produce una presión de 1200 PSI, entonces escogemos el rango de presión c, y se relaciona el componente con la presión, nos ubicamos en punto y bajamos hasta el eje horizontal, que nos proporciona el código de limpieza el número 8; que indica a la vez el tamaño medio filtrante en este caso de 12 μm .

OBJETIVO DE LIMPIEZA
SISTEMA HIDRÁULICO

Servo válvulas	_____ (A) (B) (C) _____	① 12/10/7
Válvulas proporcionales	_____ (A) (B) (C) _____	② 13/1/91
Bombas de volumen variable	_____ (A) (B) (C) _____	③ 14/12/10
Válvulas de cartucho	_____ (A) (B) (C) _____	④ 15/13/11
Bombas de pistón	_____ (A) (B) (C) _____	⑤ 16/14/12
Bombas de paletas	_____ (A) (B) (C) _____	⑥ 17/15/12
Válvulas de control	_____ (A) (B) (C) _____	⑦ 17/16/13
Válvula solenoide	_____ (A) (B) (C) _____	⑧ 18/16/14
Bombas de engranaje	_____ (A) (B) (C) _____	⑨ 19/17/15
Nivel de limpieza (ISO 4406)	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	
Tamaño del medio filtrante	1 m 2.5 m(c)	
	3 m 5 m(c)	
	6 m 7 m(c)	
	12 m 12 m(c)	

(c) Leer verticalmente hacia abajo para determinar el tamaño filtrante.
(Nota: m= μ =micras)

Rangos de presión en sistemas hidráulicos (PSI)

(A) Mayor a 2500
 (B) Mayor a 1500 e inferior a 2500
 (C) Inferior a 1500

Figura 1-4: Tabla para elegir el sistema hidráulico y tamaño de filtro adecuado.

Fuente: (Widman, 2016)

Como resultado el número 8, este dirige al código de limpieza que es 18/16/14 que en la tabla que muestra la norma ISO 4406 se puede interpretar de la siguiente manera.

Se determino un filtro para la limpieza en los rangos siguientes:

Código de limpieza ISO 4406:1999		
Código de rango	Partículas por 100 ml de fluido	
	Mas de	Hasta e incluyendo
24	8,000,000	16,000,000
23	4,000,000	8,000,000
22	2,000,000	4,000,000
21	1,000,000	2,000,000
20	500,000	1,000,000
19	250,000	500,000
18	130,000	250,000
17	64,000	130,000
16	32,000	64,000
15	16,000	32,000
14	8,000	16,000
13	4,000	8,000
12	2,000	4,000
11	1,000	2,000
10	500	1,000
9	250	500
8	130	250
7	64	130
6	32	64

Figura 2-4: Código de limpieza

Fuente: (Widman, 2016)

- 18: Se filtra entre 130,000 y 250,00 partículas sobre los 4 μm .
- 16: Entre 32,000 y 64,000 partículas sobre los 6 μm .
- 14: Entre 8,000 y 16,000 partículas sobre los 14 μm .

4.5 Propuesta de una matriz de mantenimiento para la empresa Campo Fino.

Con la logística y las tareas ya determinadas se procede a organizar estas actividades en una matriz de uso práctico, con las frecuencias correctas, las actividades que se desarrollaran por todo el año 2021.

4.6 Capacitación del programa de mantenimiento preventivo programado.

4.6.1 Evaluación de la gestión de mantenimiento

Para realizar la capacitación en la empresa Campo Fino se inició con un pequeño análisis sobre los aspectos en los que podría mejorarse como son en las tareas, conocimiento y habilidades que los empleados obtendrán para mejorar el rendimiento de la empresa. La capacitación tendrá por objetivo impartir conocimientos hacia los encargados del taller mecánico, operadores de las máquinas, choferes de vehículos, y para su procedimiento se realizó lo siguiente.

4.6.2 *Comunicación de la capacitación del mantenimiento*

En primera instancia se realizó un comunicado para realizar la capacitación⁴ a la empresa Campo Fino, con el gerente de la planta y el técnico responsable de mantenimiento como se muestra:

Tabla 25-4: Memorándum de capacitación

<p style="text-align: center;">MEMORÁNDUM DE CAPACITACIÓN</p> <p>Para: Empresa láctea “Campo Fino”</p> <p>De: Capacitador encargado</p> <p>Asunto: Comunicado del proceso de capacitación</p> <p>Fecha: 06 de abril del 2021</p> <p>De acuerdo a las obligaciones que debe ejercer el poniente encargado de la actividad, me dirijo a usted para informarle que se realizará un proceso de capacitación con el personal encargado de mantenimiento, los operadores de las máquinas en el área de producción, y con los señores conductores de los vehículos de la empresa, sobre el plan de mantenimiento realizado a los sistemas críticos y de media criticidad, uso de los documentos de mantenimiento, su flujo, y como usar la matriz de mantenimiento para programar las tareas de mantenimiento.</p> <p>Agradezco la atención prestada</p> <p>Sr. Jhonnatan Fala Capacitador</p>
--

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

4.6.3 *Preparación de actividades de capacitación.*

Los documentos preparados para la ejecución de la capacitación fueron:

- Instrumento de capacitación (diapositivas de conceptos generales del mantenimiento)
- Plan de capacitación (tabla 111-3)
- Documentos elaborados del mantenimiento (tabla), y anillado físico
- Hojas de cálculo realizadas.
- Actividades entregadas en digital, (CD).

Tabla 26-4: Plan de capacitación

Aspectos generales		
Objetivos de la capacitación:	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar la importancia del mantenimiento, conceptos básicos. - Que el técnico de mantenimiento pueda manejar el cronograma de mantenimiento, y los diferentes documentos de gestión. 	
Alcance de la capacitación:	<p>Área: Mantenimiento</p> <p>Actividad: Que el personal llene los diferentes documentos de mantenimiento, y saber recolectar datos de mantenibilidad y control de horas operadas.</p>	
Capacitador:	1 capacitador	
Descripción de actividades		
Nro.	Orden del día	Recursos
1	<p>Reunión previa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los documentos a utilizar - Obtener permiso para proceder con la capacitación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal involucrado de mantenimiento de Campo Fino, pasantes, personal de operación y parque vehicular. - Laptop - Instrumento para la capacitación - Capacitador
2	<p>Reunión de iniciación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentación del capacitador - Presentar la actividad a los involucrados 	
3	<p>Capacitación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diapositivas de conceptos básicos del mantenimiento - Auditoría - Inventario y análisis de criticidad - Plan de mantenimiento (Excel) - Documentos del mantenimiento. 	
4	<p>Reunión de cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar la conformidad con los objetivos y alcance. - Presentar conclusiones 	
5	<p>Entrega de documentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrega de anillado físico (inventario, análisis de criticidad, RCM, tareas, repuestos, documentos) - Entrega de material digital 	

Fuente: (ISO 19011, 2011 pág. 17)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

4.6.4 Ejecución de la capacitación

Se empezó por la iniciación de la reunión de la capacitación, donde estuvo presente los técnicos de mantenimiento como parte involucrada, además de los operadores de los sistemas del área de producción, con el fin de que se imparta como llevar un control de horas operadas en las distintas máquinas productoras, en los vehículos se practica el mantenimiento autónomo, y se vio la necesidad de capacitar también el llenado de una hoja de control de kilómetros recorridos, y una hoja de historial de paradas; se dio una interrelación por parte de los presentes, lo que facilitó el alcance de los objetivos.

Tabla 27-4: Reunión de iniciación de capacitación

	Reunión de iniciación de capacitación de mantenimiento	Fecha:	06 de abril del 2021
		Elaborado por:	Jhonnatan Fala
<p>En la ciudad de Salcedo, provincia De Cotopaxi, El día 06 de abril del 2021 a las 10 horas se dio la iniciación de la capacitación con el personal involucrado del mantenimiento, operadores y el capacitador.</p> <p>Para tratar lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Presentación del capacitador. 2 Dar a conocer el objeto, alcance, atributos de la capacitación. 3 Coordinación de las actividades a realizar con los involucrados 4 Exposición de diapositivas 5 Manejo de documentos y su flujo 6 Manejo de la matriz de mantenimiento <p>A lo largo de la ejecución se puede realizar las preguntas que se crea conveniente.</p> <p style="text-align: center;"> Sr. Jhonnatan Fala Ing. Carlos Cadena Capacitador Técnico de mantenimiento encargado </p>			
Revisado por:		Ing. César Gallegos	

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 28-4: Cronograma de actividades de auditoría

	Cronograma de capacitación de gestión del mantenimiento	Fecha:	15 de enero del 2021
		Elaborado por:	Jhonnatan Fala
Cronograma de actividades.			
Hora	Actividad	Personal Involucrado	Requisito
10:00	Reunión de iniciación	Capacitador, técnico responsable de mantenimiento, personal de operación	(Tabla 113-4)
10:30	Presentación diapositivas	Capacitador y técnico responsable de mantenimiento, personal de operación	Diapositivas CD
11:00	Documentos de control de horas operadas	Capacitador, personal de operación, y conductores de los vehículos.	Tabla 78-3 Tabla 81-3
11:30	Documentos de historial de paradas	Capacitador, personal de operación, y conductores de los vehículos.	Tabla 79-3 Tabla 80-3
12:00	Matriz de Excel	Capacitador y técnico responsable de mantenimiento	Excel CD
12:30	Reunión de cierre	Capacitador y técnico responsable de mantenimiento	(Tabla 115-4)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

En la capacitación se explicó lo elaborado en este trabajo, de forma sencilla, desde los conceptos básicos del mantenimiento, y como se fue elaborando los diferentes pasos para completar con el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad.

Como puntos primordiales en la capacitación se habló sobre el manejo de los principales documentos del mantenimiento. La figura 11-4, muestra como puede ser el flujo básico de documentos, por ejemplo las ordenes de trabajo salen directamente del cronograma de mantenimiento preventivo, también en la figura se puede observar que cuando ocurre un mantenimiento correctivo, se debe generar primero una solicitud de trabajo, es de importancia llevar un control de horas operadas, con estos se puede analizar como estuvo trabajando un sistema, y con la nueva codificación será mucho más fácil organizar el mantenimiento, que como resultado me permita tener un historial de averías, y poder realizar los cálculos diferentes de fiabilidad para poder optimizar las tareas de mantenimiento.

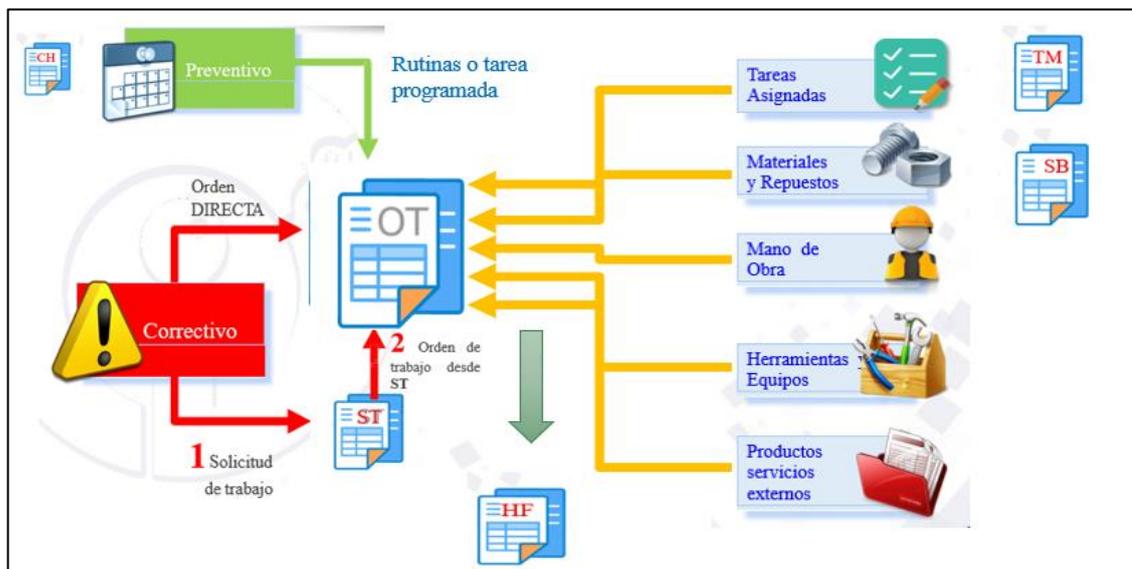


Figura 3-4: Flujo de documentos del mantenimiento

Fuente: (C y V Ingeniería, 2021)

4.6.5 Conclusión de la capacitación

La capacitación benefició para aumentar la capacidad y conocimiento del personal de mantenimiento, y operadores de las máquinas, con el fin de manejar una correcta gestión del mantenimiento de forma sencilla, se explicó como ha sido el proceso para levantar información de la empresa láctea, que fue útil para la elaboración del plan de mantenimiento, se explicó las diferentes metodologías que se utilizó para el logro de cada objetivo propuesto, se capacitó como usar la matriz de mantenimiento elaborada para programar tareas de mantenimiento.

Tabla 29-4: Acta de Reunión de cierre de capacitación

	Reunión de cierre de capacitación de gestión de mantenimiento	Fecha:	06 de abril del 2021														
		Elaborado por:	Jhonnatan Fala														
<p>En la ciudad de Salcedo, provincia De Cotopaxi, El día 06 de abril del 2021 a las 13:30 horas se dio el cierre de la capacitación informando que la actividad se ha realizado sin novedades, con una excelente comunicación con las personas involucradas:</p>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Exposición</th> <th>Conformidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reunión de iniciación</td> <td>Presentado</td> </tr> <tr> <td>Presentación diapositivas</td> <td>Presentado</td> </tr> <tr> <td>Documentos de control de horas operadas</td> <td>Presentado</td> </tr> <tr> <td>Documentos de historial de paradas</td> <td>Presentado</td> </tr> <tr> <td>Matriz de Excel</td> <td>Presentado</td> </tr> <tr> <td>Reunión de cierre</td> <td>Presentado</td> </tr> </tbody> </table>				Exposición	Conformidad	Reunión de iniciación	Presentado	Presentación diapositivas	Presentado	Documentos de control de horas operadas	Presentado	Documentos de historial de paradas	Presentado	Matriz de Excel	Presentado	Reunión de cierre	Presentado
Exposición	Conformidad																
Reunión de iniciación	Presentado																
Presentación diapositivas	Presentado																
Documentos de control de horas operadas	Presentado																
Documentos de historial de paradas	Presentado																
Matriz de Excel	Presentado																
Reunión de cierre	Presentado																
<p>Conclusión de la capacitación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se ha cumplido con todas las presentaciones, de forma presencial, los asistentes han hecho preguntas, y todas han sido respondidas de forma profesional. - Se explicó del llenado de los diferentes documentos a las personas involucradas. Entre estas se encuentran personas que operan las máquinas de producción, choferes vehículos, y el personal de mantenimiento - Se explicó de que tratan las diferentes metodologías que se utilizó para culminar los objetivos propuestos. - Al técnico encargado de mantenimiento se le explicó el uso de la matriz con el propósito de mejorar la gestión del mantenimiento. 																	
Sr. Jhonnatan Fala Capacitador		Ing. Carlos Cadena Técnico de mantenimiento encargado															
Revisado por:		Ing. César Gallegos															

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021.

CONCLUSIONES

Los indicadores de mantenibilidad evaluadas a la empresa de lácteos Campo Fino a un nivel general se encuentra con una puntuación de 2,24; con una ponderación baja en los atributos de identificación, y aspectos tribológicos ; respecto a los niveles de intervención la mantenibilidad cae desde un nivel 1 a 2,72 grados a un 1.38 en el nivel 5, teniendo mayores inconvenientes en los atributos de coordinación interdepartamental, organización del personal, repuestos y una muy mala documentación del mantenimiento.

La información teórica ha sido adquirida a lo largo de la carrera estudiantil, y en el presente trabajo de integración se involucró diferentes procesos metodológicos utilizados de forma sistemática, que permite ser una guía para elaborar planes de mantenimientos para industrias de productos alimenticios.

Se elaboró un inventario técnico de los activos de la empresa láctea Campo Fino, para poder identificar rápidamente los sistemas dentro de la misma de forma jerárquica, estableciendo un total de 20 áreas, 84 sistemas y 450 equipos, a los cuales se realizó un análisis de criticidad.

Del análisis de criticidad resultó 3 sistemas críticos y 7 sistemas de media criticidad a los cuales se realizó un estudio basado en confiabilidad para determinar todos los posibles modos de falla, y las tareas más apropiadas para la actividad de mantención, al control de las actividades se realizó cálculos de fiabilidad empezando con una prueba de bondad de ajuste, que permitió ver la mejor opción en la que se distribuyen los datos, y mediante los parámetros de la distribución escogida, se utilizó un modelo matemático de sustitución a intervalos constantes , que me permitió calcular cual es la semana óptima para ejecutar la tarea de mantenimiento, con un análisis de criticidad de repuestos basados en confiabilidad , se determinaron los repuestos más críticos que permitirán que las horas de indisponibilidad de los sistemas analizados reduzcan.

Se determinaron los documentos básicos para empezar una gestión ordenada y básica en el mantenimiento de la empresa láctea, enfocado a generar solicitudes de trabajo, ordenes de trabajo, control de horas trabajadas en las máquinas de producción, control de horas trabajadas en los vehículos, historial de paradas, y se realizó un modelo de solicitud de materiales.

Toda la información de la empresa se registró en Excel, se creó una matriz sencilla que permite programar las tareas de mantenimiento de los diferentes sistemas, se realizó la capacitación al personal de mantenimiento sobre su uso, y los diferentes elementos asociados al programa.

RECOMENDACIONES

Realizar capacitaciones constantes al personal de mantenimiento sobre conceptos básicos, metodologías de mantenimiento, uso de herramientas por ejemplo el de como elaborar un análisis causa raíz a una falla, procedimientos de limpieza, etc. Con la finalidad de actualizar conocimientos basados en fuentes actuales como libros, normas, artículos páginas web, que enriquecen de manera productiva para el desarrollo de la empresa láctea.

Hacer uso de todos los documentos elaborados para el manejo de la información del mantenimiento de empresa láctea, y utilizar la matriz elaborada para una nueva gestión del mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

UNE EN 13306. *Mantenimiento . Terminología del Mantenimiento.* Madrid : AENOR INTERNACIONAL S.A.U, 2018. pp 7

BS EN ISO 14224. *Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural - recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.* Reino Unido : The British Standards Institution , 2016. 9780580903878. pp 30

CAMPO FINO. Identificación de aspectos ambientales, encuesta y evaluación de mantenimiento. Salcedo, Cotopaxi, Ecuador. 05 de 01 de 2021.

EIMAC CYV INGENIERÍA. (13 marzo 2021) Planificaciòn, Programaciòn y Evaluaciòn de la Gestìon del Mantenimiento.[Archivo de video]. *Recuperado de :* (51) eiMAC CYV INGENIERIA - YouTube

CENTRO DE INDUSTRIA LÁCTEA DE ECUADOR. *La leche del ecuador.* Quito : Effecto Studio, 2015, pp 4-20

CHAMOCHUMBI BARRUETO, Carlos MÀximo. *Seguridad e higiene industrial.* Lima : Universidad Inca Garcilaso De La Vega, 2014, pp. 23

ESPEJO, Edgar y HERNANDEZ, Héctor. *Análisis de fallas de estructuras y elementos mecánicos.* Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2017. 9789587830234. pp.25-30

GARCIA GARRIDO, Santiago. *Organización y gestión integral y gestión integral, Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial.* Madrid : Ediciones Díaz de Santos, S. A, 2003. 8479785489, pp.50-51

GOOGLE MAPS. *google.es/maps.* [En línea] 25 de 12 de 2020. Disponible en : <https://www.google.es/maps/dir/-1.0443898,78.5919696/PRODUCTOS+LACTEOS+CAMPO+FINO,+Unnamed+Road/@-1.0276818,-78.6078242,5811m/am=t/data=!3m2!1e3!4b!4m8!4m7!1m0!1m5!1m1!1s0x91d463cfa63828d1:0x4325fd4df4793c58!2m2!1d-78.5879551!2d-1.0109282>.

GUAÑO LÓPEZ, Yesenia Germania. *Optimización de la planta de lácteos en la producción de leche pasteurizada de la estación experimental tunshi.* [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2014, pp 3-20. [Consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3420>

GUTIERREZ MORA, Alberto. Pronosticos de demanda e inventarios. Medellín. Segunda edición, 2012. 9789584402332. pp 263-269

HIDALGO, Oscar. *Estudio de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) con propuesta de plan preventivo, aplicado a máquina papelera número uno de Empresa Papeles Bío-Bío S.A. San Pedro de la Paz-Chile.* Concepción , Chile : s.n., 2016, pp.3-10.

HINOJOSA GUERRA, César Armando. Mantenimiento de las válvulas en plataformas de producción de crudo del bloque 15 para perfeccionar las operaciones de transporte y almacenamiento a fin de optimizar los procesos productivos [En línea] (Trabajo de titulación). (Tecnología) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 2010. pp. 28-69. [Consulta: 2021-01-27]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/5938/41271_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ISO 19011. *Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión.* Salcedo : ISO copyrighth office, 2011. pp.17

KAYSER , Beatriz. *Higiene y Seguridad Industrial* [blog]. [Consulta: 15 de diciembre de 2020.] Disponible en: <https://www.aiu.edu/spanish/publications/student/spanish/180-207/Higiene-y-seguridad-Industrial.html>.

MOUBRAY, John. *Mantenimiento centrado en confiabilidad.* Gran Bretaña : Industrial Press Inc, 2004. Vol. 2.da Edición. 09539603-2-3, pp.5-185.

OLMEDO, Esthela. 2014. *Empresa "Campo Fino". Prezi.* [En línea] 9 de enero de 2014. [Consulta: 10 enero 2021]. Disponible en: <https://prezi.com/zsxbyn1zqfgo/empresa-campo-fino/>.

CAMPOS, Omar; et al. "Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos" Científica [En línea],

2019, (Mexico) volumen (23), pp.55. [Consulta: 28 enero 2021].ISSN 1665-0654. Disponible en: V23N1_A6.pmd (cuauj.net)

PADRÓN SAETEROS, Diego Fernando. 2020. Propuesta de mejora del plan de mantenimiento del molino vertical de carbón de la industria cementera UCEM, Planta Guapán. (Trabajo de titulación) (Maestría) [En línea] Universidad de Azuay. Cuenca. 2020. pp. 10-14 [Consulta: 2021-02-18]. Disponible en : <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9722>

PÁLIZ HIDALGO, Valeria Antonella. Plan de comunicación integral para la procesadora de lácteos Campo Fino de la ciudad de Salcedo, provincia de Cotopaxi. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. 2019. pp. 96-100. [Consulta 2020-12-28]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11158>

PARRA, Carlos & CRESPO, Adolfo. "Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos". *Ingeman*. (2020), (España) pp 3-10

POVEDA GUEVARA, Alejandro José. "Aplicación de la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para el Desarrollo de Planes de Mantenimiento" *Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral* (2011)(Ecuador). pp. 1-5

RAMIREZ CHÁVEZ, Italo Javier. Desarrollo de un plan de mantenimiento centrado rcm. mediante operaciones de pulling a los pozos del campo "gustavo galindo velasco. Ecuador. 2020, pp 29-30.

RAMIREZ NAVAS, Juan Sebastián. Composición mineral de la leche de vaca. *Tecnología láctea Latinoamericana*, n° 57 (2014), (Meléndez : Pontificia Universidad Javeriana - Cali) pp. 48 [Consulta: 25/01/2020] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/257890313>

RESOLUCIÓN ARCSA-DE-067. Agencia nacional de regulación y control sanitario [En línea] Quito- Ecuador 2015, pp. 15-35 [Consulta: 15 de diciembre de 2020.] Disponible en: <https://www.controlsanitario.gob.ec/registro-de-buenas-practicas-para-alimentos-procesados/>.

ROSADO, Pedro & HOYO, Jesús. *Tratamientos previos de la leche: elaboración de leches de consumo y productos lácteos (UF1179)*. Antequera-Magala. 2013. 9788416109432, 9788415886341. pp. 28-30

SAE JA 1011. *Norma para Vehiculos Aeroespaciales y de superficie. Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.* SAE INTERNATIONAL, 1999. pp. 5-9

SAE JA1012. *Surface Vehicle Aerospace Recommended Practice. A Guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) Standar.* SAE INTERNATIONAL, 2002. pp. 13

SALVADOR, Barreda Beltrán. *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (R.C.M.) en la EDAR de Nules-Vilavella.* s.l., España : Universitat Jaume I, 07 de 2015, pp. 9-20.

SANCHEZ, Hector & VILLACIS, Michael. 2010. *Plan de Mantenimiento centrado en la confiabilidad de la industria láctea INPROLAC S.A [En linea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería).Escuela Politécnica Nacional, Quito.2010. pp 3-7 [Consulta: 2022-12-21] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2576>*

UNE 151001. *Mantenimiento, Indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales, Definición y evaluación.* Madrid.AENOR, 2011, pp. 5-18

UNE EN 13460. *Mantenimiento Documentos para el mantenimiento.* Madrid : AENOR, 2003.

UNE EN 15341. *Mantenimiento Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.* Madrid : AENOR, 2008. pp. 6-12

UNE EN 60812. *Técnica de analisis de la fiabilidad de sistemas. Procedimiento de analisis de los modos de fallo y se sus efectos (AMFE).* Madrid : AENOR, 2008. pp. 10-13

UNE-EN 60300-3-11:2009. *Gestión de la confiabilidad Parte 3-11: Guía de aplicación Mantenimiento centrado en la fiabilidad.* Madrid : AENOR, 2013. 03100400312001. pp. 9-20

WIDMAN INTERNACIONAL SRL. *widman.* [blog] [Consulta:17 abril 2021] Disponible en: https://www.widman.biz/uploads/Tabla_4406.pdf.

ANEXOS

ANEXO A: INFORME DE ENCUESTA DE EVALUACIÓN

Tabla 55-3: Encuesta de evaluación

Atributo	Criterios	Escala de (0 a 4), donde	Valor (0 a 4)	Peso (0 a 1)	Obs.
G1 Simplicidad	Se comprueba la utilización de un número mínimo de componentes y de conjuntos en los dispositivos, asimismo en aquellos componentes que sea redundantes.	0: Numero muy alto de componentes con redundancia de elementos, visibles muy fácilmente. 4: Numero de componentes optimizado como reducido y sin ninguna redundancia.	2	0,24	
G2 Identificación	Se comprueba la definición de los elementos hacer mantenidos y los lugares donde se realizan las pruebas o ensayos. También se definen que Esten organizados, las zonas peligrosas, los lugares donde hay que posicionarse para trabajar.	0: Ninguna identificación 4: identificación completa. Se ve todo al colocarse frente al dispositivo.	1	0,12	
G3 Modularizarían	Se verifica si en el dispositivo existen varias unidades de montaje, que permitan minimizar las partes del mismo hacer manipuladas, en caso de intervenciones de mantenimiento.	0: Cambio de todas unidades muy complicado, requiere siempre mover otra unidad. 4: Excelente modularizarían.	2	0,24	
G4 Tribología	Se comprueba la correcta elección de materiales del dispositivo que están sometido a fabricaciones, lubricación y desgaste, con el objetivo de facilitar el mantenimiento del dispositivo.	0: De 0% a 10% de elementos adecuadamente seleccionados. 4: Del 80% al 100% de elementos adecuadamente seleccionados.	2	0,32	
G5 Ergonomía	Se comprueba la Sencillez para el desarrollo de las tareas de mantenimiento, analizando el peso, tamaño y forma de los componentes a manipular. Se revisan igualmente los espacios asignados a la realización de las tareas afirmando su adecuación a las mismas en cuanto a iluminación, volumen, etc.	0: Tareas de mantenimiento muy difíciles para su resolución, Peso, tamaño y forma de los elementos a manipular muy incómodos provocando gran sacrificio al operario. Espacio previsto inadecuado. 4: Excelente ergonomía del dispositivo, casi todo el trabajo de mantenimiento se hace de manera bien cómoda y más ágil.	4	0,36	
G6 Estandarización	Se afirma la compatibilidad de los componentes a cambiar con otros que puedan encontrarse en el mercado. Esto resulta en almacenamiento mínimo de componentes, y número mínimo de ajustes especialmente en elementos a cambiar en los niveles bajos de mantenimiento.	0: Muy mala estandarización. Alta dificultad de encontrar repuestos en el mercado. Alta escasez de almacenamiento de piezas de recambio. 4: Buena estandarización. Gran facilidad para encontrar piezas de recambio en el mercado, A precios competitivos. Ninguna necesidad de hacer almacenamiento de piezas de recambio.	2	0,24	
G7 Vigilancia	Se comprueba la validez de indicadores de fallo del dispositivo y la posibilidad de monitorización de parámetros útiles para el mantenimiento.	0: Pésima vigilancia. No existe ningún indicador señalizador de ninguna condición del equipo Y, por tanto, es imposible emitir diagnóstico alguno sobre su estado de funcionamiento. 4: Excelente vigilancia. Existe los indicadores necesarios para conocer el estado del dispositivo y son fácilmente monitorizables en el dispositivo.	3	0,36	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

(continuación de la tabla 116-3)

G8 Relación con fabricantes	Se afirma las facilidades de coordinación entre el fabricante y las personas que se encargan del mantenimiento en la planta.	0: Pésima coordinación. Lejanía entre mantenedor y fabricantes, se maneja otro idioma, son necesarios medios de comunicación distintos a los habituales. 4: Excelente coordinación. Cercanía entre mantenedor y fabricantes, se habla el mismo idioma, no existe dificultades de comunicación, se utiliza medios de comunicación estándar.	3	0,24	
INDICADOR DE MANTENIBILIDAD GENERAL		Total	2,24		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 56-3: Encuesta de evaluación por niveles de intervención.

Atributo	Criterios	Escala de (0 a 4), donde	Valor (0 a 4)	Peso (0 a 4)	Obs.
V1 Accesibilidad	Verificar el acceso adecuado para las tareas del primer nivel de mantenimiento, por ejemplo: inspecciones básicas, cambios de consumibles (lubricantes...), etc.	0: Acceso muy dificultoso, hace falta mover cosas, desplazarse, etc. 4: Excelente acceso	2	0,18	
V2 Montaje/ Desmontaje	Verificar la facilidad para el montaje y desmontaje de las partes de los subsistemas que intervienen en operaciones del primer nivel de mantenimiento del dispositivo.	0: Muchas dificultades: son necesarios muchos útiles y herramientas. Peso, tamaño y volumen de los materiales demasiado importantes. 4: Muy fácil de montar y desmontar	2	0,25	
V3 Formación	Verificar los requisitos de formación para la realización de actividades del primer nivel de mantenimiento.	0: Requerimientos demasiado elevados para el nivel de mantenimiento a realizar. 4: Requisitos de formación, acordes con el nivel de mantenimiento.	2	0,25	
V4 Organización de personal	Minimizar el número de personas y la coordinación necesaria para optimizar la tarea de nivel 1 mantenimiento.	0: Hacen falta muchas personas para realizar las tareas d mantenimiento, más de cuatro o cinco personas. 4: Hace falta solo una persona que tiene que tiene la libertad para hacer la a actividad de mantenimiento cuando lo considere adecuado.	2	0,18	
V5 Entorno	Verificar la existencia de un entorno seguro para las tareas del primer nivel de mantenimiento.	0: Entorno en que realiza la tarea de mantenimiento muy peligroso 4: Entorno muy seguro, existente protección no hace falta acercarse a componentes peligrosos, aislamiento correcto, enclavamientos señalizados, etc.	3	0,28	
V6 Repuestos	Verificar el requerimiento de almacenamiento y manipulación de repuesto para las tareas de nivel 1 de mantenimiento.	0: Es necesario el almacenamiento de muchos repuestos que son, además de difícil manipulación. 4: Menos almacenamiento de repuestos que son, además fácilmente manejables.	1	0,12	
V7 Herramientas y Útiles	Verificar los requerimientos de herramientas útiles para la realización de las tareas de nivel 1 de mantenimiento.	0: Son necesarias muchas herramientas que no se encuentran fácilmente. 4: Son necesarias pocas herramientas y esta son estándar.	2	0,18	
V8 Coordinación interdepartame ntal	Verificar el número de requerimientos para la realización de las tareas de mantenimiento de nivel 1.	0: Mucha dificultad para la realización de la tarea de mantenimiento. Es necesaria la coordinación entre muchos departamentos, personas, solicitud de permiso, etc. 4: La tarea de mantenimiento se programa y realiza de forma fácil con escasas necesidades de coordinación con otros departamentos.	1	0,12	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

(continuación de la tabla 56-3)

V9 Documentación	Verificar que se proveen manuales con las instrucciones de mantenimiento de nivel 1.	0: No existe documentación adecuada para realizar las tareas de mantenimiento y solucionar problemas. 4: Existe una excelente documentación.	1	0,12	Falta documentación
INDICADORES DE MANTENIBILIDAD NIVEL 1		TOTAL	1,71		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Resumen de cada indicador evaluado.

Tabla 57-3: Indicadores de mantenibilidad evaluada

Indicador	Grado de madurez	Conformidad
Mantenibilidad general	2,24	Regular
Nivel 1	2,72	Bueno
Nivel 2	2,37	Regular
Nivel 3	2,10	Regular
Nivel 4	1,72	Regular
Nivel 5	1,38	Malo

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

ANEXO B: INVENTARIO TÉCNICO DE ACTIVOS

Tabla 58-3: Hoja de inventario 1

		Inventario de activos de la procesadora de lácteos “Campo Fino”						Hoja N:	1
		Responsable:		Jhonnatan Patricio Fala León					
		Fecha:		Actualizada el 17 de enero de 2021					
Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4			
Planta		Área		Sistema		Equipo			
Cod	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
CF	Campo Fino	GV	Generación de vapor	CL01	Caldero 1 (15BHP)	MCC01	Cuerpo del caldero		
						MQM01	Quemador BECKETT RWD 1/4 HP 115 V		
						MDM01	Dámper del quemador 1/4 HP 115 V		
						MES01	estructura		
						ETA01	tablero de control 220 V		
						MNA01	Control de nivel de agua		
						SNM01	Control de presión		
						SVS01	Válvula de seguridad		
				CL02	Caldero 2 (25BHP)	MCC01	Cuerpo del caldero		
						MQM01	Quemador BALUR 3/4 HP 220 V		
						MDM01	Dámper del quemador 3/4 HP 220 V		
						MES01	estructura		
						ETA01	tablero de control 220V		
						MNA01	Control de nivel de agua		
						MNM01	Control de presión		
						SVS01	Válvula de seguridad		
				AA01	Alimentación de agua	MBB01	bomba dosificadora 1 PAOLO 3/4 HP 220 V		
						MBB02	bomba dosificadora 2 LEO 1-3/4 HP 220 V		
				CH03	Caldero 3 (80BHP)	MCC01	Cuerpo del caldero		
						MQM01	Quemador CARRIER 2 HP 220 V		
						MDM01	Dámper del quemador 2HP		
						MES01	estructura		
						ETA01	tablero de control 220V		
						MNA01	Control de nivel de agua		
						SNM01	Control de presión		
						SVS01	Válvula de seguridad		
				ECM01	Control primario Honeyweell				
				AC01	Sistema de alimentación de combustible	MBB01	Bomba de combustible PAOLO ¾ HP 115/230 V		
MDP01	depósito de combustible 2000 gal								
MDP02	Depósito de combustible 200 L								
MFI01	Unidad de filtros de combustible 1								
						MFI02	Unidad de filtros de combustible 2		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 59-3: Hoja de inventario 2

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	2
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
CF	Campo Fino	GE	Generación eléctrica	GE01	Grupo electrógeno 1 Perkins 125 KVA	MMC01	Motor Diesel Pelkins		
						EGE01	Generador Eléctrico		
						EGM01	Gabinete de Mando		
						ETA01	Tablero Eléctrico		
						MST01	Sistema de transmisión		
						EAL01	Alternador		
						MRE01	Sistema de Refrigeración		
						MCH01	Chasis		
				TR01	Transformador Ecuatran T-400-M165C (400kVA)	EEE01	Estructura Eléctrica		
						EDV01	entrada		
						EDV02	salida		
				GE02	Grupo electrógeno 2 Perkins 250 KVA	MMC01	Motor Diesel		
						EGE01	Generador Eléctrico		
						EGM01	Gabinete de Mando		
		ETA01	Tablero Eléctrico						
		MST01	Sistema de transmisión						
		MAL01	Alternador						
		MRE01	Sistema de Refrigeración						
		MCH01	Chasis						
		AC	Aire comprimido	CP01	Compresor de dos pistones	MDP01	Depósito de aire		
						MVA01	Válvula de descarga		
						MNM01	manómetro		
						EME01	Motor eléctrico MARATHON 3 HP 220 V		
						MST01	transmisión		
						MCP01	compresor		
				CP02	Compresor de tres pistones	MDP01	Depósito de aire		
						MVA01	Válvula de descarga		
						MNM01	manómetro		
						EME01	Motor eléctrico MARATHON 3 HP 220 V		
						MST01	transmisión		
MCP01	compresor								
CP03	Compresor de tornillo			EME01	Motor SIEMENS 20 HP 220 V				
				MES01	Bastidor y armario				
				MCP01	Bloque de compresión				
				MFIO1	Filtro de aspiración				
				MSR01	Sistema Refrigerador				
				ETA01	Tablero de control				

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 60-3: Hoja de inventario 3

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	3								
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.									
				CP03	C Tornillo	MDP01	Depósito										
						MBB01	Bomba PEDROLLO 2HP 220 V										
CF	Campo Fino	AC	Aire comprimido	CN01	Cilindro hidroneumático 1	MDP01	Depósito										
						MNM01	Controlador de presión, manómetro										
						MVA01	Válvula de purga de aire										
						MBB01	Bomba EBARA 5HP 220 V										
						MCI01	acumulador										
						MCP01	Compresor COPELAND COPELAMETIC 10 HP 220 V										
		GF	Generación de frío	SR01	Sistema de refrigeración 1	MEV01	Tanque evaporador	MVX01	Válvula de expansión								
						MFI01	Filtro de succión										
						MCO02	condensador										
						EME01	Motor 1EMERSON 3/4 HP 220 V										
						EME02	Motor 2 EMERSON 3/4 HP 220 V										
						MBB01	Bomba de agua 1. PAOLO 3 HP 220V										
						MBB02	Bomba de agua 2. PAOLO 3 HP 220V										
						MEQ01	Controlador de temperatura.										
						ETA01	Tablero eléctrico 220 V										
						CF01	Cuarto frío 1					MCI01	Acumulador de refrigerante NOVOCOL R-22	MCP01	Compresor TECUMSEK 1HP 220V		
												MEV01	evaporador				
												MVX01	Válvula de expansión				
												ETA01	Tablero Eléctrico 220V				
												MCO01	condensador				
												EME01	Motor del ventilador del condensador 1				
		EME02	Motor del ventilador del evaporador 2														
		MES01	Estructura														
		CF02	Cuarto frío 2			MCI01	acumulador	MCP01	Compresor COPELAND 2HP 220V								
						MEV01	evaporador										
						MVX01	Válvula de expansión										
						ETA01	Tablero de control 220 V										
						MCO01	condensador										
						EME01	Motor del ventilador del condensador 1										
						EME02	Motor del ventilador evaporador 2										
						MES01	Estructura										

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 61-3: Hoja de inventario 4

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	4
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
CF	Campo Fino	GF	Generación de frío	SR02	Sistema de refrigeración 2	MCI01	Cilindro acumulador		
						MCP01	Compresor COPELAND 22 HP 220 V		
						MEV01	Tanque evaporador		
						MCI02	Cilindro separador		
						EME01	Motor del condensador 1 EMERSON 3/4 HP 220 V		
						EME02	Motor del condensador 2 EMERSON 3/4 HP 220 V		
						EME03	Motor del condensador 3 EMERSON 3/4 HP 220 V		
						MBB01	Bomba de agua 1. PAOLO 3 HP 220V		
				MBB02	Bomba de agua 2 EBARA 7 HP 220V				
				ETA01	Tablero eléctrico 220 V				
				SR03	Sistema de refrigeración 3	MCI01	Cilindro acumulador		
						MCP01	compresor		
						MEV01	Tanque evaporador		
						MCI02	condensador		
						EME01	Motor del evaporador 1		
						EME02	Motor del evaporador 2		
		EME03	Motor del evaporador 3						
		EME04	Motor del evaporador 4						
		MBB01	Bomba de agua 1						
		MBB02	Bomba de agua 2						
		ETA01	Tablero de control						
		PR	Producción de refresco	MR01	Marmita saborizante 1	MAG01	Agitador		
						EMR01	Moto-reductor		
				TN02	Tina 2	MVA01	Válvula 1		
						EMR01	Moto-reductor 1		
				MEF01	Enfundadora de refresco	EMR02	Moto-reductor 2		
						MST01	Transmisión cadena		
						MST02	Transmisión cadena 2		
						MST03	Transmisión cadena 3		
						MLV01	Árbol de levas		
						MCX01	Cojinete1		
						MCX02	Cojinete 2		
MCX03	Cojinete 3								
MDP01	Tanque de llenado								
MPS01	Placas selladoras								
MPS02	Placas selladoras 2								
DPF01	Plc fechador								

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 62-3: Hoja de inventario 5

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	5
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
CF	Campo Fino	PY	Producción de Yogurt	MR01	Marmita yogurtera 1	EMR01	Moto-reductor		
						MAG01	agitador		
				MR02	Marmita yogurtera 2	EMR01	Moto-reductor		
						MAG01	agitador		
				TN01	contenedor de yogurt	MVA01	Válvula de descarga de yogurt		
				MS01	Mesa de envasado1	MES01	Estructura		
				MS02	Mesa de envasado1	MES01	estructura		
				EF01	Enfundadora de yogurt	EMR01	Moto-reductor 1		
						EMR02	Moto-reductor 2		
						MST01	Transmisión cadena		
						MST02	Transmisión cadena 2		
						MST03	Transmisión cadena 3		
						MLV01	Árbol de levas		
						MCX01	Cojinete1		
						MCX02	Cojinete 2		
						MCX03	Cojinete 3		
						MDP01	Tanque de llenado		
						ETA01	Tablero eléctrico		
						MPS01	Placas selladoras1		
				MPS02	Placas selladoras2				
		MRA01	Rodillos de arrastre						
		DIM01	Impresora fechas						
		DPF01	Plc fechador						
		PA01	Purificador de agua	MCI01	Cilindro purificador				
				MBB01	Bomba de agua 1				
				MFI01	Filtro 1				
				MFI02	Filtro 2				
				MCI03	Cilindro osmosis				
				MBB02	Bomba de agua 2				
		ETA01	Tablero eléctrico						
		AS	Área de suero	MR01	Marmita 1000 L	MVA01	Válvula de entrada		
				MR02	Marmita 800 L	MVA01	Válvula de entrada		
EP01	Enfriador de placas			MVA01	válvula de entrada				
				MVA02	Válvula de salida				
				MAE01	Acoplamiento 1				
				MAE02	Acoplamiento 2				

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 63-3: Hoja de inventario 6

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	6
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
CF	Campo Fino	AE	Área de Emulsión	MR01	Marmita 1 (300L)	EMR01	Moto-reductor		
						MAG01	agitador		
						MVA01	válvula descarga		
						MVA01	válvula descarga		
				TN02	Marmita 700 L	MVA01	válvula descarga		
				MR03	Marmita 1000 L	MVA01	válvula descarga		
				TN04	Marmita 300 L	MVA01	válvula descarga		
				MBB01	Bomba turbo 1	EME01	motor		
						MAE01	acoplador centrifugo		
						MDP01	deposito		
				MBB02	Bomba turbo 2	EME01	motor		
						MAE01	Acoplador centrifugo		
						MDP01	deposito		
				ET	Etiquetado	ET01	Etiquetadora		ETA01
		ITS01	Panel de tinta y solvente						
		ISE01	sensor						
		ICI01	Cabezal de impresión						
		MES01	Estructura-soporte						
		RL	Recepción de leche	SI01	Silo de 5000 L (1)	ICM01	Cuadro de mando		
						EMR01	Moto-reductor		
						MAG01	agitador		
						MNV01	nivel		
						MPT01	Compuerta del silo		
						MDP01	Depósito 1		
				SI02	Silo de 5000 L (2)	EMR01	Moto-reductor		
						MAG01	agitador		
						MNV01	nivel		
						MPT01	Compuerta del silo		
				SI03	Silo de 5000 L (3)	MDP01	Depósito 1		
						EMR01	Moto-reductor		
						MAG01	agitador		
						MNV01	nivel		
				MR01	Marmita 2000 L	MPT01	Compuerta del silo		
MPT01	Compuerta del silo								
MDP01	Depósito 1								
EP01	Enfriador de placas			MVA01	válvula 1				
				MBB01	Bomba de recepción				
				MVA01	Placas de enfriamiento				
				MES02	Estructura				

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 64-3: Hoja de inventario 7.

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	7			
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.				
CF	Campo Fino	RL	Recepción de leche	SI04	Silo de 5000 L (4)	EMR01	Moto-reductor					
						MAG01	agitador					
						MPT01	Compuerta del silo					
						MDP01	Depósito 1					
				SI05	Silo de 10000 L (5)	EMR01	Moto-reductor					
						MAG01	agitador					
						MPT01	Compuerta del silo					
						MDP01	Depósito 1					
				SI06	Silo de 120000 L (6)	EMR01	Moto-reductor					
						MAG01	agitador					
						MPT01	Compuerta del silo					
						MDP01	Depósito 1					
		SI07	Silo de 20000 L (7)	EMR01	Moto-reductor							
				MAG01	agitador							
				MPT01	Compuerta del silo							
				MDP01	Depósito 1							
		PQ	Producción de queso	TN01	Marmita 1	MDP01	depósito					
						MDP01	depósito					
				MR03	Marmita3	EMR01	Moto-reductor					
						MAG01	agitador					
						MDP01	depósito					
						MBB01	Bomba de leche 1					
				MR04	Marmita4	EMR01	Moto-reductor					
						MAG01	agitador					
						MDP01	depósito					
						MBB02	Bomba de leche 2					
				MS01	Mesa de trabajo 1	MES01	estructura					
				MS02	Mesa de trabajo 2	MES01	estructura					
				PR01	Prensa de quesos	MES01	estructura					
				MS03	Mesa de salado.1	MES01	estructura					
MS04	Mesa de salado 2			MES01	estructura							
MS05	Mesa de salado 3			MES01	estructura							
MS06	Mesa de salado 4			MES01	estructura							
MCV01	Compactadora al vacío			EME01	Motor 1							
		EME02	Motor 2									
		MES01	estructura									

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 65-3: Hoja de inventario 8.

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	8
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
C F	Campo Fino	PL	Producción de leche	HM01	Homogenizador 1 (3000L/h)	MGB01	grupo de bombeo de producto		
						MST01	sistema de transmisión por banda		
						MRD01	reductor de velocidad		
						MBB01	bomba de pistones		
						MVA01	Grupo de la válvula de Homogenización		
						EME01	Motor del ventilador		
						MBB01	bomba oleodinámica de lubricación		
						MUM01	Unidad de mantenimiento neumático		
						MES01	Estructura		
						EME02	Motor principal		
				DP01	Depósito de producto terminado	MDP01	Depósito 1		
						EMR01	Motor-reductor		
						MBB01	Bomba centrifuga sanitaria		
						MES01	anclaje		
				PZ02	Pasteurizador 2 3000 L/h	MIC01	Intercambiador de calor		
						MIC02	Intercambiador de vapor		
						MIC03	Intercambiador de calor		
						MBB01	Bomba centrifuga sanitaria de entrada de producto 1		
						MBB02	Bomba de entrada de agua caliente2		
						MBB03	Bomba sanitaria de salida de medida de producto 2		
						MDP01	Tanque de balanceo		
						MDP02	Depósito de aire 1		
						MDP03	Depósito de aire 2		
						MVA01	Válvula reguladora de flujo2		
						MVA02	Válvula reguladora de flujo2		
						MVA03	Válvula de globo 1		
						MVA04	Válvula de globo2		
						MFI01	Filtro 1		
						MFI02	Filtro 2		
						MVA05	Válvula neumática diversora Bardini 1		
						MVA06	Válvula neumática diversora Bardini 2		
						MVA07	Válvula neumática diversora Bardini 3		
						MVA08	Válvula neumática diversora Bardini 4		
MVA09	Válvula neumática diversora Bardini 5								
MVA10	Válvula neumática diversora Bardini 6								
MVA11	Válvula neumática Burkert 1								

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 56-3: Hoja de inventario 9.

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	9
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
CF	Campo Fino	PL	Producción de leche	PZ02	Pasteurizador 2 3000 L/h	MVA12	Válvula neumática Burkert 2		
						MVA13	Válvula neumática Burkert 3		
						MVA14	Válvula neumática Burkert 4		
						ETA01	Tablero de control 4		
						MNM01	Termómetro analógico 1		
						MNM02	Termómetro analógico 2		
						MTU01	Tubos de retención		
						MVA15	Válvula de diagrama		
						MUM01	Unidad de mantenimiento		
						MES01	estructura		
				CL02	Clarificador 2 (3000 L/h)	EME01	Motor eléctrico		
						MCE01	centrifuga		
						MBB01	Bomba sanitaria		
						MES01	estructura		
						ETA01	Tablero de mando		
						MDP01	Deposito		
						MNM01	Manómetro1		
						MNM02	Manómetro2		
						MNM03	Manómetro3		
						DTD01	Termómetro digita 1		
				HM01	Homogeneizador 1 (6000L/h)	MVA01	Válvula neumática diversora Bardini 1		
						MGB01	grupo de bombeo de producto		
						MST01	sistema de transmisión por banda		
						MRD01	reductor de velocidad		
						MBB01	bomba de pistones		
						MVA01	Grupo de la válvula de Homogenización		
						EME01	Motor del ventilador		
						MBB01	bomba oleodinámica de lubricación		
						MUM01	Unidad de mantenimiento neumático		
						MES01	Estructura		
EME02	Motor principal								

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonatan Patricio, 2021

Tabla 57-3: Hoja de inventario 10.

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	10
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.	
CF	Campo Fino	PL	Producción de leche	PZ02	Pasteurizador 2 6000L/h	MIC01	Intercambiador de calor		
						MIC02	Intercambiador de vapor		
						MBB01	Bomba centrifuga sanitaria de entrada de producto 1		
						MBB02	Bomba de entrada de agua caliente2		
						MBB03	Bomba sanitaria de salida de medida de producto 2		
						MDP01	Tanque de balanceo		
						MDP03	Depósito de aire 1		
						MDP04	Depósito de aire 2		
						MVA01	Válvula reguladora de flujo1		
						MVA02	Válvula reguladora de flujo2		
						MVA03	Válvula de globo 1		
						MVA04	Válvula de globo2		
						MFI01	Filtro 1		
						MFI02	Filtro 2		
						MVA05	Válvula neumática diversora Bardini 1		
						MVA06	Válvula neumática diversora Bardini 2		
						MVA07	Válvula neumática diversora Bardini 3		
						MVA08	Válvula neumática diversora Bardini 4		
						MVA09	Válvula neumática diversora Bardini 5		
						MVA10	Válvula neumática diversora Bardini 6		
						MVA11	Válvula neumática Burkert 1		
						MVA12	Válvula neumática Burkert 2		
						MVA13	Válvula neumática Burkert 3		
						MVA14	Válvula neumática Burkert 4		
						MVA15	Válvula neumática Burkert 5		
						MVA16	Válvula neumática Burkert 5		
						MVA17	Válvula neumática Burkert 6		
ETA01	Tablero de contro4								
MNM01	Termómetro analógico 1								
MNM02	Termómetro analógico 2								
MNM03	Termómetro analógico 3								
MNM04	Manómetro 1								
MNM05	Manómetro 2								
MNM06	Manómetro 3								
MUM01	Unidad de mantenimiento neumático 1								

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 68-3: Hoja de inventario 11

Planta		Área		Sistema		Equipo		Hoja N:	11		
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	Imagen.			
CF	Campo Fino	PL	Producción de leche	PZ02	Pateurizador 2 6000L/h	MTU01	Tubos de retención				
				CL02	Clarificador 2 6000 L/h	MES01	estructura			EME01	Motor eléctrico
						MCE01	centrifuga			MCE01	centrifuga
						MBB01	Bomba sanitaria			MCE01	centrifuga
						MES01	estructura			MBB01	Bomba sanitaria
						ETA01	Tablero de mando			MES01	estructura
						MDP01	Deposito			ETA01	Tablero de mando
						MNM01	Manómetro1			MDP01	Deposito
						MNM02	Manómetro2			MNM01	Manómetro1
						MNM03	Manómetro3			MNM02	Manómetro2
						DTD01	Termómetro digita 1			MNM03	Manómetro3
						MVA01	Válvula neumática diversora Bardini 1			DTD01	Termómetro digita 1
						MVA02	Válvula de salida			MVA01	Válvula neumática diversora Bardini 1
				EF01	Enfundadora de leche 1 (1200 L/h)	EMR01	Moto-reductor 1			EMR01	Moto-reductor 1
						EMR02	Moto-reductor 2	EMR02	Moto-reductor 2		
						EMR03	Moto-reductor 3	EMR03	Moto-reductor 3		
						MST01	Transmisión cadena1	MST01	Transmisión cadena1		
						MLV01	Árbol de levas	MLV01	Árbol de levas		
						MCX01	Cojinete1	MCX01	Cojinete1		
						MCX02	Cojinete 2	MCX02	Cojinete 2		
						MCX03	Cojinete 3	MCX03	Cojinete 3		
						MDP01	Tanque de llenado	MDP01	Tanque de llenado		
						MSL01	Placas selladoras	MSL01	Placas selladoras		
						EPF01	Plc fechador	EPF01	Plc fechador		
				EF02	Enfundadora de leche 1 (1200 L/h)	EMR01	Moto-reductor 1	EMR01	Moto-reductor 1		
						EMR02	Moto-reductor 2	EMR02	Moto-reductor 2		
						EMR02	Moto-reductor 3	EMR02	Moto-reductor 3		
						MST01	Transmisión cadena 1	MST01	Transmisión cadena 1		
						MLV01	Árbol de levas	MLV01	Árbol de levas		
						MCX01	Cojinete1	MCX01	Cojinete1		
						MCX02	Cojinete 2	MCX02	Cojinete 2		
						MCX03	Cojinete 3	MCX03	Cojinete 3		
						MDP01	Tanque de llenado	MDP01	Tanque de llenado		
MSL01	Placas selladoras	MSL01	Placas selladoras								
EPF01	Plc fechador	EPF01	Plc fechador								

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 69-3: Hoja de inventario 12

Planta		Área		Sistema		Equipo		Imagen.
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	
CF	Campo Fino	PL	Producción de leche	EF03	Enfundadora de leche 1 (2400 L/h)	EMR01	Moto-reductor 1	
						EMR02	Moto-reductor 2	
						MST01	Transmisión cadena	
						MLV01	Árbol de levas	
						MCX01	Cojinete1	
						MCX02	Cojinete 2	
						MDP01	Tanque de llenado	
						MSL01	Placas selladoras	
						DPF01	Plc fechador impresora	
						DLC01	Logo de control	
						EMR01	Moto-reductor 1	
						EMR02	Moto-reductor 2	
						MST01	Transmisión cadena	
						MLV01	Árbol de levas	
		MCX01	Cojinete1					
		MCX02	Cojinete 2					
		MDP01	Tanque de llenado					
		MSL01	Placas selladoras					
		DPF01	Plc fechador impresora					
		DLC01	Logo de control					
		PV	Parque vehicular	TL01	Circuito 1: Mercedes Benz 3353 Azul (XAA-2301)	MMC01	Motor	
						MRD01	Transmisión de potencia	
						MCK01	Cabina y chasis	
						MSH01	Frenos	
							Suspensión	
							dirección	
				CA01	Circuito 2: Chevrolet NQR (TBF-7762)	MMC01	Motor	
						MRD01	Transmisión de potencia	
						MCK01	Cabina y chasis	
						MSH01	Frenos	
MMC01	Suspensión							
MRD01	dirección							
MSH01	Sistema eléctrico							

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 70-3: Hoja de inventario 13.

Planta		Área		Sistema		Equipo		Imagen.
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción	Cod	Descripción	Cod	Descripción	
CF	Campo Fino	PV	Parque vehicular	CA02	Camión Chevrolet azul	MMC01	Motor	
						MRD01	Transmisión de potencia	
						MCK01	Cabina y chasis	
						MSH01	Frenos	
						MSU01	Suspensión	
						MDR01	dirección	
						ESE01	Sistema eléctrico	
				CT01	Camioneta Chevrolet	MMC01	Motor	
						MRD01	Transmisión de potencia	
						MCK01	Cabina y chasis	
						MSH01	Frenos	
						MSU01	Suspensión	
						MDR01	dirección	
						ESE01	Sistema eléctrico	
		SA	Sanitización	SA01	Sanitización 1	MBB01	bomba	
						MDP01	deposito	
						DSE01	Sensor	
						MTU01	Túnel sanitizante	
		LB	Laboratorio	LA01	Análisis de leche	DPM01	Ph metro	
						DAL01	Analizador de leche	
						DIN01	Incubadora	
						MBÑ01	Baño maría	
				LM01	microbiología	MIN01	Incubadora	
						MAU01	Autoclave	
						MMP01	Micropipeta	
		TA	Depósito de aguas grises	EMR01		MDP01	deposito	
						EMR01	Motorreductor	
		TM	Taller de mantenimiento	SI01	Soldadoras	SI01	Soldadora eléctrica	
						SI02	Soldadora tic	
						SL03	Soldadora acetilénica	
EM01	equipos			ETI01	taladro			
				EML01	Amoladora			
ESM01	esmeril							

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

ANEXO C: ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR SISTEMAS

Tabla 71-3: Análisis de Criticidad por sistemas de la empresa Campo Fino: hoja 1 de 6

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MÉTODO DE CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO. (CTR)		Frecuencia				Consecuencia											Frecuencia (FF)		Consecuencias (C)		Criticidad total por riesgo CTR=FFCC			
		Frecuencias de fallos (FF)				Impacto operacional (IO)				Flexibilidad operacional (FO)			Costo de mantenimiento (CM)		Impacto en la seguridad y ambiente (SHA)									
		Frecuente: Mayor a 10 fallos al año	Promedio: [3-8] fallos al año	Bueno: [1-2] fallos al año	Excelente: menos de 0,5 fallos al año	Pérdidas de producción superiores al 20%	Pérdidas de producción entre el 15% - 19%	Pérdidas de producción entre el 10%- 14%	Pérdidas de producción entre el 3% - 9%	Pérdidas de producción menor al 2%	No se cuenta con unidades de reserva	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial	Se cuenta con unidades de reserva en línea	Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 2.000 dólares	Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 600 dólares	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil recuperación							Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el plazo corto) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales
		4	3	2	1	10	7	5	3	1	5	3	1	3	1	6							4	2
Ponderación de los factores		4	3	2	1	10	7	5	3	1	5	3	1	3	1	6	4	2	CTR	Tipo				
Código	Descripción del sistema																							
CF-GV-CH01	Caldero 1 (15 BHP)	X					X			X		X		X				4	24	96	C			
CF-GV-CH02	Caldero 2 (25 BHP)	X					X			X		X		X				4	24	96	C			
CF-GV-CH03	Caldero 3 (80BHP)				X			X		X			X			X		1	4	4	NC			
CF-GV-AA01	Sistema de alimentación de agua			X			X		X				X			X		2	12	24	NC			
CF-GV-AC01	Alimentación de Combustible		X				X		X						X			3	20	60	MC			
CF-GE-GE01	Grupo electrógeno 1 Perkins 125			X			X			X					X			2	8	16	NC			
CF-GE-GE02	Grupo electrógeno 2 Perkins 250				X			X		X			X		X			1	6	6	NC			
CF-GE-TR01	Transformador 1 Ecuatran				X			X		X			X			X		1	4	4	NC			
CF-AC-CP01	Compresor dos pistones				X			X		X			X			X		1	4	4	NC			
CF-AC-CP02	Compresor tres pistones				X			X		X			X			X		1	4	4	NC			
CF-AC-CP03	Compresor de tornillo			X				X		X			X			X		2	6	12	NC			
CF-AC-CN01	Cilindro Hidroneumático 1			X				X		X			X			X		2	4	8	NC			
CF-GF-CF01	Cuarto frío 1			X			X			X			X		X			2	12	24	NC			
CF-GF-CF02	Cuarto frío 2			X			X			X			X		X			2	12	24	NC			

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 72-3: Análisis de Criticidad por sistemas de la empresa Campo Fino: hoja 2 de 6

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MÉTODO DE CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO. (CTR)		Frecuencia				Consecuencia											Frecuencia (FF)	Consecuencias (C)	Criticidad total por riesgo CTR=FFCC			
		Frecuencias de fallos (FF)				Impacto operacional (IO)				Flexibilidad operacional (FO)			Costo de mantenimiento (CM)		Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil recuperación	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el plazo corto) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas					No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	
		Frecuente: Mayor a 10 fallos al año	Promedio: [3-8] fallos al año	Bueno: [1-2] fallos al año	Excelente: menos de 0,5 fallos al año	Pérdidas de producción superiores al 20%	Pérdidas de producción entre el 15% - 19	Pérdidas de producción entre el 10%-14%	Pérdidas de producción entre el 3% - 9%	Pérdidas de producción menor al 2%	No se cuenta con unidades de reserva	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial	Se cuenta con unidades de reserva en línea	Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 2.000 dólares								Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 600 dólares
Ponderación de los factores		4	3	2	1	10	7	5	3	1	5	3	1	3	1	6	4	2	CTR	Tipo		
Código	Descripción del sistema																					
CF-GF-SR01	Sistema de refrigeración 1		X				X				X			X				X	2	18	36	NC
CF-GF-SR02	Sistema de refrigeración 2		X				X				X			X				X	2	18	36	NC
CF-GF-SR03	Sistema de refrigeración 3			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-PR-MR01	Marmita saborizante 1			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-PR-TN01	Tina saborizante 2			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-PR-EF01	Enfundadora de refresco		X					X	X					X		X			2	18	36	NC
CF-PY-MR01	Marmita yogurtera 1		X					X		X				X				X	2	12	24	NC
CF-PY-MR02	Marmita yogurtera 2			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-PY-TI01	contenedor de yogurt			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-PY-MS01	Mesa de envasado 1			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-PY-MS02	Mesa de envasado 2			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-PY-EF01	Enfundadora de Yogurt		X					X	X					X		X			2	18	36	NC
CF-PY-PA01	Purificador de agua			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-AS-MR01	Marmita 1 (1000lt)			X					X		X			X				X	1	4	4	NC
CF-AS-MR02	Marmita 2 (800L)			X					X		X			X				X	1	4	4	NC

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 74-3: Análisis de Criticidad por sistemas de la empresa Campo Fino: hoja 4 de 6

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MÉTODO DE CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO. (CTR)		Frecuencia				Consecuencia												Frecuencia (FF)	Consecuencias (C)	Criticidad total por riesgo CTR=FFCC		
		Frecuencias de fallos (FF)				Impacto operacional (IO)				Flexibilidad operacional (FO)			Costo de mantenimiento (CM)		Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil recuperación	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el plazo corto) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales					
		Frecuente: Mayor a 10 fallos al año	Promedio: [3-8] fallos al año	Bueno: [1-2] fallos al año	Excelente: menos de 0,5 fallos al año	Pérdidas de producción superiores al 20%	Pérdidas de producción entre el 15% - 19	Pérdidas de producción entre el 10%-14%	Pérdidas de producción entre el 3% - 9%	Pérdidas de producción menor al 2%	No se cuenta con unidades de reserva	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial	Se cuenta con unidades de reserva en línea	Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 2.000 dólares								Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 600 dólares
Ponderación de los factores		4	3	2	1	10	7	5	3	1	5	3	1	3	1	6	4	2				
Código	Descripción del sistema																		CTR	Tipo		
CF-RL-SI01	Enfriador de placas				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MR01	Marmital de leche para queso				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MR02	Marmita 2 de leche para queso				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-TI01	Tina 1 de leche				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-TI02	Tina 2 de leche				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS01	Mesa de trabajo 1				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS02	Mesa de trabajo 2				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-PR01	Prensa de quesos				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS03	Mesa de salado 1				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS04	Mesa de salado 2				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS05	Mesa de salado 3				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS06	Mesa de salado 4				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS08	Mesa de salado 5				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-MS08	Mesa de salado 6				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-TI03	Tina 3				X					X			X		X			X	1	4	4	NC

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 75-3: Análisis de Criticidad por sistemas de la empresa Campo Fino: hoja 5 de 6

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MÉTODO DE CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO. (CTR)		Frecuencia				Consecuencia											Frecuencia (FF)	Consecuencias (C)	Criticidad total por riesgo CTR=FFCC			
		Frecuencias de fallos (FF)				Impacto operacional (IO)				Flexibilidad operacional (FO)			Costo de mantenimiento (CM)		Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil recuperación	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el plazo corto) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas					No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	
		Mayor a 10 fallos al año	[3-8] fallos al año	[1-2] fallos al año	menos de 0,5 fallos al año	Pérdidas de producción superiores al 20%	Pérdidas de producción entre el 15% - 19%	Pérdidas de producción entre el 10%-14%	Pérdidas de producción entre el 3% - 9%	Pérdidas de producción menor al 2%	No se cuenta con unidades de reserva	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial	Se cuenta con unidades de reserva en línea	Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 2.000 dólares								Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 600 dólares
Ponderación de los factores		4	3	2	1	10	7	5	3	1	5	3	1	3	1	6	4	2			CTR	Tipo
Código	Descripción del sistema																					
CF-PQ-TI04	Tina 4				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PQ-CT01	Compactadora al vacío				X					X			X		X			X	1	4	4	NC
CF-PL-HM01	Homogenizador 1 3000 L/h	X				X						X		X			X	4	42	188	C	
CF-PL-PZ01	Pasteurizador 1 de 3000 L/h		X				X					X		X			X	3	24	72	MC	
CF-PL-CL01	Clarificador 1 (3000 L/h)		X				X					X		X			X	3	24	72	MC	
CF-PL-DP01	Tanque de producto terminado				X					X				X			X	1	6	6	NC	
CF-PL-HM02	Homogenizador 2 (6000 L/h)			X		X						X		X			X	2	36	72	MC	
CF-PL-PZ02	Pasteurizador 2 (6000 L/h)			X		X						X		X			X	2	24	48	MC	
CF-PL-CL02	Clarificador 2 6000 L/h			X		X						X		X		X	X	2	26	52	MC	
CF-PL-EF01	Enfundadora de leche 1 (1200 L/h)		X						X			X		X		X	X	3	16	48	MC	
CF-PL-EF02	Enfundadora de leche 2 (1200 L/h)		X						X			X		X		X	X	3	8	24	NC	
CF-PL-EF03	Enfundadora de leche 3 (2400L/h)				X					X				X	X			1	10	10	NC	
CF-PL-EF04	Enfundadora de leche 4 (2400L/h)				X					X				X	X			1	10	10	NC	
CF-AD-SZ01	Sistema de sanitización 1				X					X	X			X			X	1	8	8	NC	
CF-AD-SZ02	Sistema de sanitización 2				X					X	X			X			X	1	8	8	NC	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 76-3: Análisis de Criticidad por sistemas de la empresa Campo Fino: hoja 6 de 6

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MÉTODO DE CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO. (CTR)		Frecuencia				Consecuencia												Frecuencia (FF)	Consecuencias (C)	Criticidad total por riesgo CTR=FFCC		
		Frecuencias de fallos (FF)				Impacto operacional (IO)				Flexibilidad operacional (FO)			Costo de mantenimiento (CM)		Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil recuperación	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el plazo corto) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales					
		Frecuente: Mayor a 10 fallos al año	Promedio: [3-8] fallos al año	Bueno: [1-2] fallos al año	Excelente: menos de 0,5 fallos al año	Pérdidas de producción superiores al 20%	Pérdidas de producción entre el 15% - 19	Pérdidas de producción entre el 10%- 14%	Pérdidas de producción entre el 3% - 9%	Pérdidas de producción menor al 2%	No se cuenta con unidades de reserva	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial	Se cuenta con unidades de reserva en línea	Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 2.000 dólares								Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 600 dólares
Ponderación de los factores		4	3	2	1	10	7	5	3	1	5	3	1	3	1	6	4	2				
Código	Descripción del sistema																					
CF-PV-CR01	circuito 1 cabezal Mercedes 3353				X					X	X				X			X	1	8	10	NC
CF-PV-CR02	circuito 2 Chevrolet NQR			X					X					X				X	2	12	24	NC
CF-PV-CR03	circuito 3 Chevrolet NPR			X					X					X				X	2	12	24	NC
CF-PV-CR04	circuito 4 camioneta			X					X					X				X	2	12	24	NC

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

ANEXO D: FICHAS TÉCNICAS POR SISTEMAS

Tabla 77-3: Ficha técnica del homogeneizador 2

	Ficha técnica del homogeneizador 2				
	Empresa	Campo Fino			
	Realizado por:	Jhonnatan Fala			
Ficha:	1				
Código	CF-PL-HM02				
Área	Producción de leche				
Descripción	Homogeneizador				
Centro de costos	N/A				
Marca	CE				
modelo	FBF028				
Matricula/N. serie	120062999				
Valor de adquisición	N/A				
Año de construcción	2012				
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito				
Fabricado por:	FBF ITALIA S.r.l				
Peso	1400 Kg				
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz				
Consumo agua	0,30 m³/h				
Consumo de aire	0,3 NI/min				
Potencia instalada	31kW				
Corriente nominal	102A				
					
			Capacidad	l/h	3000
			Presión máxima de trabajo	Kg/cm² (bar)	250
			N revoluciones / min cigüeñal	Rev./min	178
			Recorrido del pistón bombeante	mm	45
			Diámetro del pistón bombeante	mm	60
			Presión min de alimentación necesaria	Kg/ cm² (bar)	2
			Polea del motor eléctrico	116.SPB180-3/C	
			Polea del reductor	116.SPB450-3/C	
			Correa de transmisión	115.SPB2120/A	
			Productos tratados	Leche-Yogurt	
			Presión de aire en el sistema neumático	3,5 bar	
Presión del aceite en el sistema de lubricación	7,5 bar				
Motor eléctrico principal					
AEG AMHE200LRG4-3 Fases -60 Hz-30 kW-220/380 Vac - Rev. min. 1.745-97 A-Cl.Is. F-IP55-Polos 4					
Motor del ventilador de refuerzo					
AEG AM63ZAA2-3 Fases-60 Hz-0,18 kW- 220/380 Vac – Rev. min. 3.320-1,1 A-Cl.Is. F-IP55-Polos 2					
Motor de la bomba de aceite					
AEG AM71ZBA4-3 Fases -60 Hz-0,37 kW-220/380 Vac – Rev. min 1.640 – 2,2 A-Cl.Is F-IP55-Polos 4					
Reductor					
T 3030 /3.94					
Manuales		Planos			
Si posee en oficina		Si posee en oficina			
Partes funcionales					
Grupo de bombeo	Sistema de transmisión	Reductor de velocidad			
Bomba de pistones	Sistema oleodinámico lubricación	Sistema neumático			
Sistema de agua de alimentación	Válvula de homogenización	Tablero eléctrico			
Especificaciones tribológicas					
Aplicación	Cuantitativo	Tipo de aceite			
Aceite cuerpo de bomba pistones	28,00 l	TAMOIL CARTER EP 150			
Aceite del grupo oleo neumático	1 l	SHELL TELLUS T15			

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 78-3: Ficha técnica del caldero 1

		Ficha técnica del caldero 1	
		Empresa	Campo Fino
		Realizado por:	Jhonnatan Fala
		Ficha:	2
Código	CF-GV-CH01		
Área	Generación de Vapor		
Descripción	Caldero de 15 BHP		
Código de activo	CH01		
Centro de costos	N/A		
Marca	BECKETT RWD		
modelo	Piro tubular		
N. serie	N/A		
Valor de adquisición	N/A		
Año de construcción	2012		
Distribuido por:	Distribución Ecuatoriana		
Fabricado por:	BECKETT		
Peso	N/A		
Voltaje de trabajo	115 V/60Hz		
Consumo combustible	3,5 gal/h		
Potencia instalada	15 BHP		
Corriente nominal			
material		Acero negro	
Condición		Anclado al piso	
Temperatura de entrada d agua		12 °C	
Presión de trabajo		44 psi	
Temperatura de salida de agua		96°C	
Partes Funcionales			
Cuerpo del caldero		color	negro
		material	Acero negro
		capacidad	800 l
Quemador		Marca	Baeckett RWD
		modelo	N/A
		condición	A un costado
		modulación	Dos modulaciones
		combustible	3,5 gal/1 fuel oil
Motor del dámper		Potencia dámper	¼ HP 115 V
Tablero eléctrico		220 V instalado	
Control de nivel de agua			
Control de nivel de presión		60psi	
Válvula de seguridad		50 psi	
Manuales		Planos	
N/A		N/A	
Partes del quemador		Partes del cuerpo del caldero	
1. dámper		1.- Carcasa	
2, Transformador de ignición		2.- Hogar	
3, electrodos		3.- Tubos	
4. fotocelda		4.- Espejo	
5. boquilla		5.- Compuerta	
6. ductos		6.- Refractario	
7. válvulas solenoides		7.- aislante térmico	
		Estructura	
		1.- Chasis	
		2.- cimentación	
		Controles	
		Control límite de presión (presuretrol)	
		Control límite de agua	
		Filtro de fuel oil	
		2 manómetros	
Tiene un distribuidor en común con el caldero 2, y el tanque de condensado.			

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 79-3: Ficha técnica de caldero 2

Ficha técnica del caldero 2		
	Empresa	Campo Fino
	Realizado por:	Jhonnatan Fala
	Ficha:	3
Código	CF-GV-CH02	
Área	Generación de Vapor	
Descripción	Caldero de 15 BHP	
Código de activo	CH02	
Centro de costos	N/A	
Marca	BALTUR	
modelo	Pirutubular	
N. serie	N/A	
Valor de adquisición	N/A	
Año de construcción	2012	
Distribuido por:	Distribución Ecuatoriana	
Fabricado por:	Baltur Industries Italia	
Peso	N/A	
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz	
Consumo combustible	10 gal/h	
Potencia instalada	25 BHP	
Corriente nominal		
material		Acero negro
Condición		Anclado al piso
Temperatura de entrada d agua		12 °C
Presión de trabajo		44 psi
Temperatura de salida de agua		98°C
Partes Funcionales		
Cuerpo del caldero	color	negro
	material	Acero negro
	capacidad	1200 l
Quemador	Marca	BALTUR
	modelo	N/A
	condición	A un costado
	modulación	Modulación full
	combustible	10 gal/l fuel oil
Motor del dámper	Potencia dámper	¾ HP 220 V
Tablero eléctrico		220 V instalado
Control de nivel de agua		
Control de nivel de presión		
Válvula de seguridad		
Manuales		Planos
N/A		N/A
Partes del quemador	Partes del cuerpo del caldero	Estructura
1. dámper	1.- Carcasa	1.- Chasis
2, Transformador de ignición	2.- Hogar	2.- cimentación
3, electrodos	3.- Tubos	Controles
4. fotocelda	4.- Espejo	Control límite de presión
5. boquilla	5.- Compuerta	Control límite de agua
6. ductos	6.- Refractario	Filtro de fuel oil
7. válvulas solenoides	7.- aislante térmico	
Tiene un distribuidor en común con el caldero 1, y el tanque de condensado.		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 80-3: Ficha técnica del homogeneizador 01

	Ficha técnica del homogeneizador 1		
	Empresa	Campo Fino	
	Realizado por:	Jhonnatan Fala	
	Ficha:	4	
Código	CF-PL-HM01		
Área	Producción de leche		
Descripción	Homogeneizador 1		
Código de activo	HM01		
Centro de costos	N/A		
Marca	CE		
modelo	FBF 5030		
Matricula/N. serie	18064318		
Valor de adquisición	N/A		
Año de construcción	2018		
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito		
Fabricado por:	FBF ITALIA S.r.l		
Peso	1270 kg		
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz		
Consumo agua	0,13 m³/h		
Consumo de aire	0,3 NI/min		
Potencia instalada	31kW		
Corriente nominal	107A		
Capacidad			l/h
Presión máxima de trabajo		Kg/cm² (bar)	150
N revoluciones / min cigüeñal		Rev./min	200
Recorrido del pistón bombeante		mm	60
Diámetro del pistón bombeante		mm	60
Presión min de alimentación necesaria		Kg/ cm² (bar)	2
Polea del motor eléctrico		116.SPB212-3/C	
Polea del reductor		116.SPB500-3/C	
Correa de transmisión		115.SPB2264/A	
Productos tratados		Leche-Yogurt	
Presión de aire en el sistema neumático		3,5 bar	
Presión del aceite en el sistema de lubricación		7,5 bar	
Motor eléctrico principal			
SIEMENS 1LE15032AB590AA4-3 Fases -60 Hz-30 kW-220/380 Vac - Rev.min.1.778-102 A-CLis.F-IP55- Polos 4			
Motor del ventilador de refuerzo			
SIEMENS 1LA7060 2AA11 ZZ-3 Fases-60 Hz-0,18 kW- 220/380 Vac - Rev min. 3.410-0,88 A-CLIS. F-IP55- Polos 2			
Motor de la bomba de aceite			
SIEMENS 1LA7073 4AB12 ZZ-3 Fases -60 Hz-0,37 kW-220/380 Vac - Rev min 1.670 - 1,8 A-CLIS F-P55- Polos 4			
Reductor			
T 3030 /3.94			
Manuales		Planos	
Si posee en oficina		Si posee en oficina	
Partes funcionales			
Grupo de bombeo	Sistema de transmisión	Reductor de velocidad	
Bomba de pistones	Sistema oleodinámico lubricación	Sistema neumático	
Sistema de agua de alimentación	Válvula de homogenización	Tablero eléctrico	
Especificaciones tribológicas			
Aplicación	Cuantitativo	Tipo de aceite	
Aceite cuerpo de bomba pistones	28,00 Lt	TAMOIL CARTER EP 150	
Aceite del grupo oleopneumático	1 Lt	SHELL TELLUS T15	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 81-3: Ficha técnica del clarificador 01.

Ficha técnica del clarificador 1		
	Empresa	Campo Fino
	Realizado por:	Jhonnatan Fala
	Ficha:	5
Código	CF-PL-CL01	
Área	Producción de leche	
Descripción	Separador centrífugo Freedom	
Código de activo	CL01	
Centro de costos	N/A	
Marca	ANDRITZ separation	
modelo	CA 51 T-0-F-0	
Matricula/N. serie	133042590	
Valor de adquisición	N/A	
Año de construcción	2018	
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito	
Fabricado por:	ANDRITZ Frautech S.r.l	
Peso	1240 kg	
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz	
Consumo agua	40 l/h	
Consumo de aire	0,3 NI/min	
Potencia instalada	13kW	
Corriente nominal	50A	
Caudal de descremado de leche	l/h	5000
Caudal de descremado de suero	l/h	7500
Caudal de limpieza modelo T	l/h	7500
Caudal limpieza modelo P	l/h	-
Racor entrada producto	DN	50
Racor salida fase pesada	DN	50
Racor salida fase ligera	DN	25
Volumen del tazón	l	9,5
Capacidad cámara lodos	L	3,3
Nº máx. de revoluciones del tazón	Rev/min	7200
Peso del tazón	Kg	189
Presiones mín. alimentación producto	Kg/cm ² (bar)	1
Presión máx. salida fase pesada	Kg/cm ² (bar)	5
presión máx. salida fase ligera	Kg/cm ² (bar)	3
temperatura de alimentación mín. /máx.	°C	35/55
Densidad máx. líquido de maniobra	Kg/dm ³	1
Presión mín. / máx. líquido de maniobra	Kg/cm ² (bar)	1,5-2
Potencia del motor	kW	12,6
Tiempo de arranque	minutos	6
Volumen aceite lubricante	l	14
Peso del separador con tazón	kg	1240
Nivel de ruido	dB	77
Motor eléctrico principal		
SIEMENS 1AV2136A 1-3 Fases -60 Hz-12.6 kW-220/380 Vac - Rev.min.3355-40.5 A -IP55- Polos 2		
Grupo de lubricación de cojinetes		
De tipo autónomo, mediante un tornillo sin fin posicionado en el árbol vertical		
Bomba del grupo de presurización		
EBARA CD 70/076 10UB7Y-3 Fases -60 Hz-0,75 kW-230/400 Vac - Rev min 3330 - 2 A-IP55-Polos 2		
Manuales		Planos
Si posee en oficina		Si posee en oficina
Partes funcionales		
Grupo de presurización	Sistema de transmisión	Motor principal
Reductor de presión con manómetro	Sistema de lubricación	Tambor centrífugo
Especificaciones tribológicas		
Aplicación	Cuantitativo	Tipo de aceite
Aceite cuerpo de lubricación	14,00 Lt	MOBIL VELOCITE OIL.EP

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 82-3: Ficha técnica del clarificador 2

Ficha técnica del clarificador 2		
	Empresa	Campo Fino
	Realizado por:	Jhonnatan Fala
	Ficha:	6
Código	CF-PL-CL02	
Área	Producción de leche	
Descripción	Separador centrífugo RE25TE	
Código de activo	CL02	
Centro de costos	N/A	
Marca	REDA Food Processing Plants	
modelo	RE25TE	
Matricula/N. serie	C022-221	
Valor de adquisición	N/A	
Año de construcción	2012	
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito	
Fabricado por:	REDA S.p.A	
Peso	610 kg	
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz	
Consumo agua	10-30 l/h agua edulcida	
Consumo de aire	0,1 NI/min	
Potencia instalada	kW	
Corriente nominal	A	
Caudal de descremado de leche	L/h	2500
Caudal de descremado de suero	L/h	2600
Racor entrada producto	DN	32
Racor salida fase pesada	DN	32
Racor salida fase ligera	DN	20
Volumen del tazón	L	6.5
Capacidad cámara lodos	L	1.5
Nº máx. de revoluciones del tazón	Rev/min	8700
Peso del tazón	Kg	110
Presiones mín. alimentación producto	Kg/cm ² (bar)	1
Presión máx. salida fase pesada	Kg/cm ² (bar)	3
presión máx. salida fase ligera	Kg/cm ² (bar)	2
temperatura de alimentación mín. /máx.	°C	35/55
Densidad máx. líquido de maniobra	Kg/dm ³	1
Presión mín. / máx. líquido de maniobra	Kg/cm ² (bar)	1.5-2
Potencia del motor	kW	7.5
Tiempo de arranque	minutos	4-5
Volumen aceite lubricante	L	3,8
Peso del separador con tazón	kg	610
Nivel de ruido	dB	77
Motor eléctrico principal		
SIEMENS 1LE10011CB222FA4-3 Fases -60 Hz-8.6 kW-230/460 Vac - Rev./min.1770-25.5 A -IP55- Polos 4		
Grupo de lubricación de cojinetes		
De tipo autónomo, mediante un tornillo sin fin posicionado en el árbol vertical		
Bomba del grupo de presurización		
LOWARA SM80BG/307 HE -3 Fases -60 Hz-0,93 kW-230/380 Vac – 80 L/min– 1.7 A-IP55- Rev./min.3360		
Manuales		Planos
Si posee en oficina		Si posee en oficina
Partes funcionales		
Grupo de presurización	Sistema de transmisión	Motor principal
Reductor de presión con manómetro	Sistema de lubricación	Tambor centrífugo
Especificaciones tribológicas		
Aplicación	Cuantitativo	Tipo de aceite
Aceite cuerpo de lubricación	3,8 Lt	MOBIL GEAR 600 XP320 EP
	(310 cST a 40°C)(24-100°C)	320 grados ISO

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 83-3: Ficha técnica del pasteurizador 2

	Ficha técnica del pasteurizador 2			
	Empresa	Campo Fino	Ficha:	7
	Realizado por:	Jhonnatan Fala		
Código	CF-PL-PZ02			
Área	Producción de leche			
Descripción	Pasteurizador 2			
Código de activo	PZ02			
Centro de costos	N/A			
Marca	GEA			
modelo	VT 10 H 20 300			
Matricula/N. serie	12CM041-169/1012.134			
Valor de adquisición	N/A			
Año de construcción	2012			
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito			
Fabricado por:	GEA			
Caudal producto	3000 L/h			
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz			
Consumo agua	10-30 l/h agua adulcida			
Consumo de aire	0,1 NI/min			
Potencia instalada	10 kW			
Corriente nominal	24 A			
Especificaciones de funcionalidad				
Restablecer el nivel del tanque de balanceo	Segundos	10		
Enjuague	Segundos	120		
Preparación para la esterilización	Segundos	10		
Recirculación para la esterilización	Segundos	600		
Estabilización de temperaturas	Segundos	5		
El sistema está listo	Segundos	5		
Vaciado de agua de tanque	Segundos	15		
Vaciado de agua de planta corta	Segundos	90		
Vaciado de agua de planta larga	Segundos	415		
Recirculación de producto	Segundos	60		
Producción	Segundos	10		
Vaciado del producto del tanque	Segundos	5		
Vaciado del producto de la planta corta	Segundos	180		
Vaciado del producto de la planta larga	Segundos	500		
Enjuague del sistema con agua	Segundos	200		
Bomba de alimentación de producto desde los silos al pasteurizador				
ABB M2QA80M4B -3 Fases -60 Hz-1.5 kW-230/380/440 Vac – 200 L/min– 3,30 A-IP55- Rev./min.1695 cos Φ :0.76- polos:2				
Bomba de alimentación de leche del tanque de balanceo hacia el intercambiador de placas				
WEG-AL 100L02 -3 Fases -60 Hz-3 kW-230/380 Vac –200 L/min– 10.4 A-IP55- Rev./min.3490- cos Φ :0.89				
Bomba de agua caliente de pasteurización				
EBARA CDX H/E 120/156-3 Fases -60 Hz-1,5 kW-230/380/460 Vac – 50-160 L/min– 3.8 A-IP55- Rev./min.3375 Temperatura de líquido: 110°C P/N#:1620079016E				
Bomba de agua caliente de lavado				
EBARA CDX H/E 120/156-3 Fases -60 Hz-1,5 kW-230/380/460 Vac – 50-160 L/min– 3.7 A-IP55- Rev./min.3375 Temperatura de líquido: 110°C P/N#:1820075016E				
Intercambiador de placas producto-agua cliente- agua helada				
GEA WTT GmbH GBS 400H-5G Temperatura agua caliente y producto: 92°C y agua helada a 3 °C				
Intercambiador agua-vapor 1		Válvulas reguladoras de flujo de vapor		
GEA WTT GBS 400H-5G Agua: 92°C vapor:100°C		Italvalvole: SBS/10 A13-0/16 Bar-10/200°C- DN:20-		
Intercambiador agua-vapor 2		Trampa de vapor y tubos		
GEA WTT GBS 400H-5G Agua: 92°C- vapor:100°C		ADCA FLT17HC -0/250°C -0.53L- MAX16 Bar		
Manuales		Planos		
no posee en oficina		no posee en oficina		
Partes funcionales				
Bombas 1,2,3,4		6 válvulas neumáticas bardini		4 válvulas reguladoras de flujo de vapor
Intercambiadores de calor 3		4 válvulas neumáticas Burkert		2 depósitos de aire y uno de leche

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 84--3: Ficha técnica del pasteurizador 1

	Ficha técnica del pasteurizador 1		
	Empresa	Campo Fino	Ficha: 8
	Realizado por:	Jhonnatan Fala	
Código	CF-PL-PZ01		
Área	Producción de leche		
Descripción	Pasteurizador 1		
Código de activo	PZ01		
Centro de costos	N/A		
Marca	KELVION		
modelo	NT 50 M		
Matricula/N. serie	18 CM 47		
Valor de adquisición	N/A		
Año de construcción	2018		
Distribuido por:	ADINOX S.A Quito		
Fabricado por:	CE ITALY		
Caudal producto	6000 L/h		
Voltaje de trabajo	220 V/60Hz		
Consumo agua	10-60 l/h agua edulcida		
Consumo de aire	0,1 NI/min		
Potencia instalada	10 kW		
Corriente nominal	24A		
Especificaciones de funcionalidad			
Restablecer el nivel del tanque de balanceo	Segundos	10	
Enjuague	Segundos	120	
Preparación para la esterilización	Segundos	10	
Recirculación para la esterilización	Segundos	600	
Estabilización de temperaturas	Segundos	5	
El sistema está listo	Segundos	5	
Vaciado de agua de tanque	Segundos	15	
Vaciado de agua de planta corta	Segundos	90	
Vaciado de agua de planta larga	Segundos	415	
Recirculación de producto	Segundos	60	
Producción	Segundos	10	
Vaciado del producto del tanque	Segundos	5	
Vaciado del producto de la planta corta	Segundos	180	
Vaciado del producto de la planta larga	Segundos	500	
Enjuague del sistema con agua	Segundos	200	
Bomba de alimentación de producto desde los silos al pasteurizador			
ABB M2QA80M4B -3 Fases -60 Hz-0,93 kW-230/380/440 Vac – 300 L/min– 3,30 A-IP55- Rev./min.1695 cos Φ :0.76- polos:2			
Bomba de alimentación de leche del tanque de balanceo hacia el intercambiador de placas			
BRONZONI I1003AI -3 Fases -60 Hz-2,2 kW-230/380 Vac –300 L/min– 8.3 A-IP55- Rev./min.3495- cos Φ :0.81			
Bomba de agua caliente de pasteurización			
EBARA 3M/L 32-160/3.06 Q1AEGG-3 Fases -60 Hz-3,42 kW-230/380/460 Vac – 24000 L/h– 10,2A-IP55- Rev./min.3 Temperatura de líquido: 120°C P/N°:1300116516I- Φ :0.8			
Bomba de agua caliente de lavado			
EBARA 3M/L 32-160/3.06 Q1AEBG-3 Fases -60 Hz-3,35 kW-230/380/460 Vac – 24000 L/h– 10,2A-IP55- Rev./min.3 Temperatura de líquido: 120°C P/N°:13001167246L			
Intercambiador de placas producto-agua cliente- agua helada			
KELVION NT50M-CDL-S-16; Nro.111/18821 Temp:100°C-13bar 37,80L y agua helada a -5 °C			
Intercambiador agua-vapor 1	2 válvulas reguladoras de flujo de vapor		
KELVION Agua: -5 °C vapor:120°C	SMC VL 10-0/16 bar; -10/200°C- DN:80-		
Intercambiador agua-vapor 2	2 trampas de vapor		
KELVION Agua: -5 °C vapor:120°C	ADCA FLT17HC -0/200°C -0.53L- MAX16 Bar		
Manuales	Planos		
no posee en oficina	no posee en oficina		
Partes funcionales			
Bombas 1,2,3,4	6 válvulas neumáticas bardini	4 válvulas reguladoras de flujo de vapor	
Intercambiadores de calor 3	7 válvulas neumáticas Burkert	2 depósitos de aire y uno de leche	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 85-3: Ficha técnica de la enfundadora de leche 1

	FICHA TÉCNICA DE LA ENFUNDADORA 1	
	Empresa:	Campo Fino
	Ficha:	9
Código	CF-PL-EF01	
Área:	Producción de leche	
Descripción	Enfundadora de leche	
Centro de costos	N/A	
Código de activo	EF01	
Marca	Societe PREPAC	
modelo	62 RUE PASTEUR	
Valor de adquisición	N/A	
Proveedor	VILLEJUIF	
Teléfono:	726 33 04	
Año de construcción	1994	
Fabricado por:	N/A	
Refrigerante:	N/A	
Capacidad	1200 L/h	
Partes Funcionales		
Tablero eléctrico 220 V	Plc fechador	
Transmisión por cadena del motorreductor al árbol levas	Transmisión por cadena de las prensas	
Prensa vertical	Transmisión por cadena entre motorreductores	
Envase de llenado	Prensa horizontal	
estructura	Luz ultravioleta	
Motorreductor		
CE MOTOVARIO Modelo: IS63G4 Serial: I56416687 – 0.22 kW -60 Hz – 230/400 Vac , 1,5ª, 1330rpm,cos 0,64		
Motor - reductor		
Zahnradwerk kollmann- Typ CDS1 Nr: 21223783 bauform R3V5, i: 45:1,n2: 31,5 rpm, ISO VG 150– IP:55 Motor trifásico, 9879649 typ X4075 0,55 kW; 220, 380 V; 1,55 A;cos fi 0.72, 1680 rpm clase B		
Motor Reductor		
VOGES CE modelo B63B4/EQ N.010111 - 60 Hz- 0,25kW – 220-440 Vac – Rev. min. 1680 – 1,5 A – IP:55		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 86-3: Ficha técnica de sistema de alimentación de combustible

	FICHA TÉCNICA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
	Empresa:	Campo Fino
	Ficha:	10
Código	CF-GV-AC01	
Área:	Generación de vapor	
Descripción	Sistema alimentación combustible	
Centro de costos	N/A	
Código de activo	AC01	
Marca	IT	
Serie:	000100	
Valor de adquisición	N/A	
Proveedor	Construcciones mecánicas	
Teléfono:	0982609078	
Año de construcción	Mayo 2019	
Fabricado por:	Construcciones mecánicas	
Peso:	930kg	
Material	Acero al carbono	
Capacidad	2000 galones	
Bomba de alimentación		
PAOLO JMP JET 80S Q= 10/45 l/min; 45 m max; 115/230 V; 60 Hz; 3450 rpm; 0.55 kW;0.75 HP; 8,6 A;IP44		
Tanque dos de alimentación		
Tanque de 55 galones de acero negro.		
Sensor de nivel en cada tanque de 110 V		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

ANEXO E: CONTEXTO OPERACIONAL

Contexto operacional de los sistemas de la empresa de lácteos Campo Fino.

Tabla 87-3: contexto operacional del Homogeneizador 2

CONTEXTO OPERACIONAL	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	La máquina homogeneizadora modelo.FBF 028, trabajaba en un ambiente de humedad, ya que en todo el procesamiento de los diferentes productos lácteos se utiliza el agua, sus características de construcción son de un acero inoxidable recomendado para la industria de alimentos, también se puede decir que está sometido a algunos agentes químicos como son la sosa cáustica, el ácido fosfórico, el ácido cítrico que son esenciales para el lavado del activo. El lugar donde está instalado tiene las siguientes características: temperatura ambiente de 19°C, humedad del 95 %, 2683 msnm.
NORMAS Y REGLAMENTOS	Las normas y reglamentos en el que se desenvuelve la empresa, son netamente normas sanitarias y códigos ambientales: Reglamentos de control y regulación de cadena de producción de leche, Decretos que se ajusta a la habilitación y funcionamiento de estos establecimientos, entre estos permisos importantísimo tiene que ver un permiso emitido por el ministerio de salud pública, el registro sanitario, BPM, los cuales se otorgan haciendo las debidas inspecciones a la planta por lo que el los activos deben estar siempre en óptimas condiciones, se dice que poco a poco va mejorando la planta en todo sentido, lo que busca una certificación de calidad
PROCESO	Con la nueva instalación de equipos la demanda puede ser cubierta, por lo que el homogeneizador trabaja e un tiempo parcial de 8 h diarias y cinco días a la semana.
REDUNDANCIA	Por el aumento de producción el homogeneizador entro a trabajar en un proceso de redundancia activa, con otro homogeneizador, que si uno de las dos fallas no para la producción, pero reducirá a menos de la mitad porque este activo tiene una capacidad de la mitad del otro instalado
ESTÁNDARES DE CALIDAD	La empresa día a día mejora, sus instalaciones y toda la planta se ajusta a normas nacionales, con su crecimiento innova la empresa por lo que quiere conseguir con duro esfuerzo certificaciones de calidad ISO que ayudarían a tener más acogida a nuestros productos en nuestro país. En cuanto a los activos (Homogeneizador, etc.) de la planta están hechos bajos normas europeas, e importados desde Italia.
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento. El homogeneizador no presenta riesgos ambientales ni de contaminación
RIESGOS A LA SEGURIDAD	Esta máquina debe ser utilizada por personal cualificado, no está permitido utilizar la máquina para elaborar otros productos que no sean Lácteos. El activo no es peligroso si es usada siguiendo las instrucciones, en caso de ser necesario hacer las actividades de mantenimiento de partes eléctricas y mecánicas, es necesario desconectar la línea de alimentación del tablero, todas las partes que giran o en movimiento han sido equipadas con protecciones, las cuales pueden se desmontadas solo con herramientas especiales. Antes de llevar a cabo operaciones de mantenimiento es necesario que los operadores se pongan los dispositivos de protección individual (gorro sanitario, protecciones auditivas, la ropa adecuada, etc.) para evitar riesgos para la seguridad de los mismos.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 88-3: Contexto operacional del caldero 1

CONTEXTO OPERACIONAL	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	El caldero 1 trabajaba en un ambiente de humedad porque se realizan purgas diarias, para la alimentación de agua utiliza una bomba centrífuga, sus características de construcción son de un acero negro, también se puede decir que está sometido a algunos agentes químicos antiincrustantes de utilidad para el cuidado de los tubos del caldero, El lugar donde está instalado tiene las siguientes características: temperatura ambiente de 19°C, humedad del 95 %, 2683 msnm.
NORMAS Y REGLAMENTOS	Las normas y reglamentos en el que se desenvuelve la empresa, son netamente normas sanitarias y códigos ambientales: Reglamentos de control y regulación de cadena de producción de leche, Decretos que se ajusta a la habilitación y funcionamiento de estos establecimientos, entre estos permisos importantísimo tiene que ver un permiso emitido por el ministerio de salud pública, el registro sanitario, BPM , los cuales otorgan permisos y certificaciones, haciendo las debidas inspecciones a la planta, los activos deben estar siempre en óptimas condiciones, se dice que poco a poco va mejorando la planta en todo sentido, lo que busca certificaciones de calidad para un futuro a largo plazo.
PROCESO	El vapor generado se utiliza en los procesos de producción de quesos, leche y yogurt, por lo que el caldero 1 tiene una capacidad de 100 l/min trabaja en un tiempo parcial de 14 h diarias y los siete días de la semana. se enciende a las 4 am y se apaga a las 6pm El fluido ingresa desde una cisterna ubicada a dos metros alimentados por un tanque hidroneumático. El combustible está ubicado en un depósito a 200 m de la caldera, es alimentado por una bomba a un tanque B de 55 galones y de aquí se inyecta el fuel oil al caldero 1
REDUNDANCIA	El caldero 1 trabaja en un proceso de redundancia activa, existe otro caldero, pero es necesario la producción de vapor de los dos calderos para cubrir la demanda de los activos que la necesitan, si falla no genera vapor, pero para la generación total, pero reducirá a menos de la mitad porque este activo tiene una capacidad de la mitad del otro instalado.
ESTÁNDARES DE CALIDAD	Su diseño es en horizontal, es de tipo peritubular, la empresa día a día mejora, sus instalaciones y toda la planta se ajusta a normas nacionales, con el crecimiento se ve la necesidad de adquirir cada vez activos de más capacidad de producción, de alta calidad y tecnología.
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	El CO2 generado por la combustión puede ocasionar enfermedades respiratorias, el uso de antiincrustantes químicos también se recomienda utilizar mascarilla a la hora de poner el antiincrustante. El hollín hace que se deteriore con más rapidez los materiales, y si llegara a ocurrir un disparo de la válvula de seguridad, puede ocasionar quemaduras. Esta máquina debe ser utilizada por personal cualificado. El activo no es peligroso, en caso de ser necesario hacer las actividades de mantenimiento de partes eléctricas y mecánicas, es necesario desconectar la línea de alimentación del tablero.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 89-3: Contexto operacional del caldero 2

CONTEXTO OPERACIONAL	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	El caldero 2 trabajaba en un ambiente de humedad porque se realizan purgas diarias, para la alimentación de agua utiliza una bomba centrífuga, sus características de construcción son de un acero negro, también se puede decir que está sometido a algunos agentes químicos antiincrustantes de utilidad para el cuidado de los tubos de la caldera, El lugar donde está instalado tiene las siguientes características: temperatura ambiente de 19°C, humedad del 95 %, 2683 msnm.
NORMAS Y REGLAMENTOS	Las normas y reglamentos en el que se desenvuelve la empresa, son netamente normas sanitarias y códigos ambientales: Reglamentos de control y regulación de cadena de producción de leche, Decretos que se ajusta a la habilitación y funcionamiento de estos establecimientos, entre estos permisos importantísimo tiene que ver un permiso emitido por el ministerio de salud pública, el registro sanitario, BPM, los cuales otorgan permisos y certificaciones ,haciendo las debidas inspecciones a la planta, los activos deben estar siempre en óptimas condiciones, se dice que poco a poco va mejorando la planta en todo sentido, lo que busca certificaciones de calidad para un futuro a largo plazo.
PROCESO	El vapor generado se utiliza en los procesos de producción de quesos, leche y yogurt, por lo que el caldero 1 tiene una capacidad de 200 l/min trabaja en un tiempo parcial de 14 h diarias y los siete días de la semana, se enciende a las 4 am y se apaga a las 6pm. El fluido ingresa desde una cisterna ubicada a dos metros alimentados por un tanque hidroneumático. El combustible está ubicado en un depósito a 200 m de la caldera, es alimentado por una bomba a un tanque B de 55 galones y de aquí se inyecta el fuel oil al caldero 2
REDUNDANCIA	El caldero 2 trabaja en un proceso de redundancia activa, existe otro caldero, pero es necesario la producción de vapor de los dos calderos para cubrir la demanda de los activos que la necesitan, si falla, es crítico porque es el de mayor capacidad, y puede menorar la producción drásticamente.
ESTÁNDARES DE CALIDAD	Su diseño es en horizontal de color azul, es de tipo peritubular, la empresa día a día mejora, sus instalaciones y toda la planta se ajusta a normas nacionales, con el crecimiento se ve la necesidad de adquirir cada vez activos de más capacidad de producción, de alta calidad y tecnología.
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	El CO2 generado por la combustión puede ocasionar enfermedades respiratorias, para el uso de antiincrustantes químicos también se recomienda utilizar mascarilla a la hora de poner en el tanque de condensado. El hollín hace que se deteriore con más rapidez los materiales, y si llegara a ocurrir un disparo de la válvula de seguridad, puede ocasionar quemaduras. Esta máquina debe ser utilizada por personal cualificado. El activo no es peligroso, si está bien mantenido, y se realiza las instrucciones necesarias de operación, en caso de ser necesario hacer las actividades de mantenimiento de partes eléctricas y mecánicas, es necesario desconectar la línea de alimentación del tablero.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 90-3: Contexto operacional pasteurizador 01

CONTEXTO OPERACIONAL PASTEURIZADOR 1 DE 3000 L/h	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente húmedo • Altitud 2683 msnm. • Temperatura ambiente 15°C
NORMAS Y REGLAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria). • BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • 8h diarias. • 6 días a la semana.
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Pasteurizador 2 (6000 L/h)
ESTÁNDARES DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo normas europeas • Importada desde Italia
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular por personal cualificado. • Desconectar la línea de alimentación del tablero para actividades de mantenimiento. • Utilizar EPP al momento de realizar operaciones de mantenimiento.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 91-3: Contexto operacional pasteurizador 02

CONTEXTO OPERACIONAL PASTEURIZADOR 2 DE 6000 L/h	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente húmedo • Altitud 2683 msnm. • Temperatura ambiente 15°C
NORMAS Y REGLAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria). • BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • 8h diarias. • 6 días a la semana.
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Pasteurizador 1 (3000 L/h)
ESTÁNDARES DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo normas europeas • Importada desde Italia
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular por personal cualificado. • Desconectar la línea de alimentación del tablero para actividades de mantenimiento. • Utilizar EPP al momento de realizar operaciones de mantenimiento.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 92-3: Contexto operacional del clarificador 01

CONTEXTO OPERACIONAL CLARIFICADOR 1 DE 3000 L/h	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente húmedo • Altitud 2683 msnm. • Temperatura ambiente 15°C
NORMAS Y REGLAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria). • BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • 8h diarias. • 6 días a la semana.
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Clarificador 2 (6000 L/h)
ESTÁNDARES DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo normas europeas • Importada desde Italia
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular por personal cualificado. • Desconectar la línea de alimentación del tablero para actividades de mantenimiento. • Utilizar EPP al momento de realizar operaciones de mantenimiento.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 93-3: Contexto operacional clarificador 2

CONTEXTO OPERACIONAL CLARIFICADOR 2 DE 6000 L/h	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente húmedo • Altitud 2683 msnm. • Temperatura ambiente 15°C
NORMAS Y REGLAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria). • BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • 8h diarias. • 6 días a la semana.
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Clarificador 1 (3000 L/h)
ESTÁNDARES DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo normas europeas • Importada desde Italia
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular por personal cualificado. • Desconectar la línea de alimentación del tablero para actividades de mantenimiento. • Utilizar EPP al momento de realizar operaciones de mantenimiento.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 94-3: Contexto operacional enfundadora de leche 1

CONTEXTO OPERACIONAL ENFUNDADORA DE LECHE 1 DE 1200 L/h	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente húmedo • Altitud 2683 msnm. • Temperatura ambiente 15°C
NORMAS Y REGLAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria). • BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • 8h diarias. • 6 días a la semana.
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Enfundadoras (12000 L/h) • 2 Enfundadoras (2400 L/h)
ESTÁNDARES DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo normas europeas • Importada desde Italia
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular por personal cualificado. • Desconectar la línea de alimentación del tablero para actividades de mantenimiento. • Utilizar EPP al momento de realizar operaciones de mantenimiento.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 95-3: Contexto operacional del sistema de alimentación de combustible

CONTEXTO OPERACIONAL ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
ASPECTOS CLIMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente húmedo • Altitud 2683 msnm. • Temperatura ambiente 15°C
NORMAS Y REGLAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria). • BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • 8h diarias. • 6 días a la semana.
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Pasteurizador 2 (6000 L/h)
ESTÁNDARES DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo normas europeas • Importada desde Italia
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTALES	Toda la planta debe cumplir con los requisitos ambientales y de contaminación para los debidos permisos de funcionamiento, puede existir contaminación de agua por uso de antiincrustantes, contaminación del suelo por residuos durante purgas y presencia de hollín, todo esto produce corrosión y deterioro de materiales.
RIESGOS A LA SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular por personal cualificado. • Desconectar la línea de alimentación del tablero para actividades de mantenimiento. • Utilizar EPP al momento de realizar operaciones de mantenimiento.

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

ANEXO F: HOJAS DE INFORMACIÓN POR SISTEMAS

Tabla 96-3: hoja 1 de información caldero 1

Empresa: Campo Fino			Área: Generación de vapor		Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:1		
			Fecha:2/2/2021		N°:01	Equipo: CF-GV-CL01 (caldero 1 (15 BHP)	De:3		
Parte	N°	Función	Falla funcional		Modo de falla	Efecto de la falla	Consecuencias	Probabilidad	
Quemador	1	Producir el calor requerido en el hogar para generar, 234 kg/h de vapor a una presión de 40 psi	A	No prende el quemador y no produce calor.	1	Presencia de hollín en la fotocelda.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se enciende el quemador, No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 15 min con un costo de \$65 se requiere aflojar la fotocelda y limpiar, tiene un costo de por la intervención \$2.00 	Operacionales	una vez al año
					2	relé de fotocelda quemado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se enciende el quemador, No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 30 min que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 130.00 se requiere cambiar el relé de control de llama que tiene un costo de \$13 	operacional	una vez al año
					3	Falta de chispa por electrodos mal calibrados y en mal estado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se produce la chispa que enciende el quemador No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 390.00 se requiere cambiar el electrodo de ignición de llama que tiene un costo de \$50.00 	operacional	una vez al año
					4	Transformador de ignición quemado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se produce la chispa que enciende el quemador No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 390.00 se requiere cambiar el transformador de ignición de llama que tiene un costo de \$50.00 	operacional	una vez al año
			B	Se genera poca cantidad de calor y la presión menor a 40 psi	1	Presencia de partículas en la boquilla por suciedad de combustible.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presencia de llama mínima o sin presencia de llama, se revisa y hay obstrucción en la boquilla. No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 390.00 se requiere limpiar la boquilla y cambio de filtros de combustible que tiene un costo de \$25.00 	operacional	8 veces al año
					2	Boquilla fisurada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presencia de llama mínima, se revisa y hay fisura en la boquilla. No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 390.00 se requiere cambiar la boquilla que tiene un costo de \$35.00 	operacional	una vez al año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 97-3: hoja 2 de información de caldero 1

Empresa: Campo Fino		Área: Generación de vapor		Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:2	
Parte funcional		Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla		Efecto de la falla	Consecuencias	Probabilidad de fallo
Quemador	2	Suministrar combustible mediante la bomba a una presión de 120 psi	A	No suministra combustible	1	Bomba quemada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay presencia de llama ni combustible solo funciona el ventilador No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 2 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 510.00 se requiere cambiar la bomba de alta presión que tiene un costo de \$315.00 	operacional	Una vez cada tres años
					1	Vibraciones y Perdida de calor por refractarios de la compuerta deteriorados	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el manómetro presenta una caída de presión menor a 40 psi, se siente sensación de calor. No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente, baja el rendimiento de otros trabajos en producción se recomienda programar la cementación del refractario de la compuerta 	evidente	Una vez cada 8 años
Cuerpo de la caldera	3	Evitar pérdida de energía calorífica, amortigua vibraciones y mantener la presión máxima de 45 psi	A	Perdida de calor con presión menor a 40 psi	2	Falta de circulación de agua por incrustaciones en los tubos, lado de agua	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el manómetro presenta una ligera caída de presión menor a 35 psi, No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente, baja el rendimiento de otros trabajos en producción se recomienda programar el lavado de los tubos de agua con agentes químicos, por el tiempo de 36 horas, y calcular la dosis de antiincrustante para cada día de trabajo. 	evidente	Una vez cada 8 años
					1	Altas vibraciones por choque térmico en la caldera por presencia de agua en el distribuidor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia una ligera sobrepresión, ruido excesivo por vibraciones del choque térmico, el distribuidor está lleno de condensado. no presenta amenazas al medio ambiente ni operaciones, pero si no es detectado a tiempo puede ocasionar amenazas a la seguridad. se recomienda purgar el distribuidor de toda el agua condensada, y se recomienda purgar el caldero por lo menos dos veces al día con intervención de 20 min, no ocasiona ninguna pérdida. 	seguridad	Una vez por semana
Accesorios de control	4	Controlar el nivel de agua entre los ¾ in y 2 in en el visor de nivel, por encima de los tubos	A	Nivel de agua por debajo de ¾ in	1	Bomba de alimentación no enciende por bomba quemada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se presenta un ruido extraño, y se apaga el quemador, se activa la válvula de seguridad. presenta amenazas a la seguridad por riesgo de explosión, puede ocasionar accidentes al operador. afecta a la producción directamente con una pérdida de \$390 se requiere cambiar de bomba existente en bodega que lleva un tiempo de 1 hora y tiene un costo de \$12.00 	seguridad	Una vez cada año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 98-3: Hoja 3 de información de caldero 1

Empresa: Campo Fino		Área: Generación de vapor		Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:3	
		Fecha:2/2/2021		Nº:01	Equipo: CF-GV-CL01 (caldero 1 (15 BHP))			De:3	
Parte	Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla		Parte funcional	Consecuencias	Función	
Accesorios de control de nivel de agua	4	Controlar el nivel de agua entre los ¾ in y 2 in en el visor de nivel, por encima de los tubos	A	Nivel de agua por debajo de ¾ in	2	Falta de caudal de agua por impeler de bomba de alimentación roto	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se presenta un ruido extraño, y se apaga el quemador, se activa la válvula de seguridad. Presenta amenazas a la seguridad por riesgo de explosión, puede ocasionar accidentes al operador por la baja presencia de agua. Afecta a la producción directamente con una pérdida de \$390 Se requiere cambiar el impeler de la bomba, pero por más efectividad se cambia de bomba que lleva un tiempo menor de indisponibilidad, en 1 hora y tiene un costo de \$12.00 	seguridad	1 vez por año
					3	Falla de rodamientos por desgastaste o corrosión, de la bomba de alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta vibración No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 	Evidente	1 vez por año
			B	Nivel de agua mayor a 2 in en el visor. (sobre los tubos)	1	No apagado de la bomba por contacto flojo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se produce un choque térmico, y ruido, el agua se dirige al distribuidor. No presenta amenazas contra la seguridad, ni medio ambiente No afecta la producción Se requiere purgar el agua del distribuidor, además se apaga la bomba, se corta el suministro de energía de la bomba y se hace un reajuste en los contactos on-off del nivel de agua. Lleva un tiempo de 15 min y tiene un costo de \$3. 	Evidente	1 vez por año
Accesorios de seguridad	5	Accionar la válvula de seguridad entre un 3% y 5% de la presión máxima de trabajo (90) psi	A	La válvula de seguridad no acciona mayor a los 90 psi	1	Válvula atascada por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la palanca no se acciona, la presión aumenta. Presenta amenazas a la seguridad con riesgo de explosiones y ocasionar accidentes, al medio ambiente no afecta, se puede ocasionar una pérdida de \$65.00 Se debe apagar el quemador y proceder a realizar pruebas mediante el levantamiento de la palanca a un 75% de la presión calibrada. (68 psi), se descarga vapor de 5 a 10s. (de forma manual) leva un tiempo de 15 min (\$2.00) 	seguridad	2 veces por año
			B	La válvula acciona antes de los 90 psi	1	Válvula mal calibrada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la válvula acciona antes de los 58psi y produce ruido y a los 54 psi se cierra Presenta amenazas a la seguridad por quemaduras, al medio ambiente no afecta, no afecta a la producción. Se debe programar una fecha para realizar el calibrado correcto de la válvula., mediante aire y ajustar a 100 psi y reposición de 80 psi 	seguridad	1 vez al año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 99-3: hoja 1 de información caldero 2

Empresa: Campo Fino		Área: Generación de vapor.		Realizado por: Jhonnatan Fala		Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja: 1	
		Fecha: 2/2/2021		Nº: 01		Equipo: CF-GV-CL02 (caldero 2 (25 BHP))		De: 3	
Parte	Nº	Función	Falla funcional		Modo de falla		Efecto de la falla	Consecuencias	Probabilidad
Quemador	1	Producir el calor requerido en el hogar para generar, 392 kg/h de vapor a una presión de 40 psi	A	No prende el quemador y no produce calor.	1	Presencia de hollín en la fotocelda.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se enciende el quemador, no hay presencia de llama No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 15 min con un costo de \$130 se requiere aflojar la fotocelda y limpiar, tiene un costo de por la intervención \$2.00 	Operacionales	una vez al año
					2	relé de fotocelda quemado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se enciende el quemador, No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 30 min que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 260.00 se requiere cambiar el relé de control de llama que tiene un costo de \$13 	operacional	una vez al año
					3	Falta de chispa por electrodos mal calibrados y en mal estado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se produce la chispa que enciende el quemador No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$780.00 se requiere cambiar el electrodo de ignición de llama que tiene un costo de \$60.00 	operacional	una vez al año
					4	Transformador de ignición quemado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: No se produce la chispa que enciende el quemador No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 780.00 se requiere cambiar el transformador de ignición de llama que tiene un costo de \$70.00 	operacional	una vez al año
			B	Se genera poca cantidad de calor y la presión menor a 40 psi	1	Presencia de partículas en la boquilla suciedad por de combustible.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presencia de llama mínima o sin presencia de llama, se revisa y hay obstrucción en la boquilla. No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 780.00 se requiere limpiar la boquilla y cambio de filtros de combustible que tiene un costo de \$25.00 	operacional	8 veces al año
					2	Boquilla fisurada por pérdida de propiedades	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presencia de llama mínima, se revisa y hay fisura en la boquilla. No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 1.5 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$ 780.00 se requiere cambiar la boquilla que tiene un costo de \$35.00 	operacional	una vez al año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 100-3: hoja 2 de información de caldero 2

Empresa: Campo Fino			Área: Generación de vapor		Realizado por: Jhonnatan Fala		Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja:2	
Fecha:2/2/2021			N°:01		Equipo: CF-GV-CL01 (caldero 2 (25 BHP))				De:3	
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional		Modo de falla		Efecto de la falla		Consecuencias	Probabilidad de fallo
Quemador	2	Suministrar combustible mediante la bomba a una presión de 120 psi	A	No suministra combustible	1	Bomba quemada por sobreintensidad	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay presencia de llama ni combustible solo funciona el ventilador No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente se produce un paro de 2 horas que ocasiona una pérdida evaluada en \$1040.00 se requiere cambiar la bomba de alta presión que tiene un costo de \$325.00 		operacional	Una vez cada tres años
Cuerpo de la caldera	3	Evitar pérdida de energía calorífica, amortigua vibraciones y mantener la presión máxima de 45 psi	A	Pérdida de calor con presión menor a 40 psi	1	Vibraciones y Pérdida de calor por refractarios de la compuerta deteriorados	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el manómetro presenta una caída de presión menor a 40 psi, se siente sensación de calor. No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente, baja el rendimiento de otros trabajos en producción se recomienda programar la cementación del refractario de la compuerta 		evidente	Una vez cada 8 años
					2	Falta de circulación de agua por incrustaciones en los tubos, lado de agua	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el manómetro presenta una ligera caída de presión menor a 35 psi, No presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente, baja el rendimiento de otros trabajos en producción se recomienda programar el lavado de los tubos de agua con agentes químicos, por el tiempo de 36 horas, y calcular la dosis de antiincrustante para cada día de trabajo. 		evidente	Una vez cada 8 años
			B	Energía calorífica sube entre 45 y 55 psi	1	Altas vibraciones por choque térmico en la caldera por presencia de agua en el distribuidor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia una ligera sobrepresión, ruido excesivo por vibraciones del choque térmico, el distribuidor está lleno de condensado. no presenta amenazas al medio ambiente ni operaciones, pero si no es detectado a tiempo puede ocasionar amenazas a la seguridad. se recomienda purgar el distribuidor de toda el agua condensada, y se recomienda purgar el caldero por lo menos dos veces al día con intervención de 20 min, no ocasiona ninguna pérdida. 		seguridad	Una vez por semana
Accesorios de control	4	Controlar el nivel de agua entre los ¾ in y 2 in en el visor de nivel, por encima de los tubos	A	Nivel de agua por debajo de ¾ in	1	Bomba de alimentación no enciende por bomba quemada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se presenta un ruido extraño, y se apaga el quemador, se activa la válvula de seguridad. presenta amenazas a la seguridad por riesgo de explosión, puede ocasionar accidentes al operador. afecta a la producción directamente con una pérdida de \$780.00 se requiere cambiar de bomba que lleva un tiempo de 1 hora y tiene un costo de \$12.00 		seguridad	Una vez cada año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 101-3: Hoja 3 de información de caldero 2

Empresa: Campo Fino			Área: Generación de vapor		Realizado por: Jhonnatan Fala		Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja:3	
Fecha:2/2/2021			N°:01		Equipo: CF-GV-CL02 (caldero 2 (25 BHP))				De:3	
Parte	N°	Función	Falla funcional		Modo de falla		Parte funcional		Consecuencias	Función
Accesorios de control de nivel de agua	4	Controlar el nivel de agua entre los ¾ in y 2 in en el visor de nivel, por encima de los tubos	A	Nivel de agua por debajo de ¾ in	2	Bajo caudal por impeler de bomba roto	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se presenta un ruido extraño, y se apaga el quemador, se activa la válvula de seguridad. Presenta amenazas a la seguridad por riesgo de explosión, puede ocasionar accidentes al operador por la baja presencia de agua. Afecta a la producción directamente con una pérdida de \$780 Se requiere cambiar el impeler de la bomba, pero por más efectividad se cambia de bomba que lleva un tiempo menor de indisponibilidad, en 1 hora y tiene un costo de \$12.00 		seguridad	1 vez por año
					3	Falla de rodamientos por desgaste en la bomba de alimentación de agua	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta vibración No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 		Evidente	1 vez por año
			B	Nivel de agua mayor a 2 in en el visor. (sobre los tubos)	1	No apagado de la bomba por contacto flojo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se produce un choque térmico, y ruido, el agua se dirige al distribuidor. No presenta amenazas contra la seguridad, ni medio ambiente No afecta la producción Se requiere purgar el agua del distribuidor, además se apaga la bomba, se corta el suministro de energía de la bomba y se hace un reajuste en los contactos on-off del nivel de agua. Lleva un tiempo de 15 min y tiene un costo de \$3. 		Evidente	1 vez por año
Accesorios de seguridad	5	Accionar la válvula de seguridad entre un 3% y 5% de la presión máxima de trabajo (100) psi	A	La válvula de seguridad no acciona mayor a los 105 psi	1	Válvula atascada por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la palanca no se acciona, la presión aumenta. Presenta amenazas a la seguridad con riesgo de explosiones y ocasionar accidentes, al medio ambiente no afecta, se puede ocasionar una pérdida de \$130.00 Se debe apagar el quemador y proceder a realizar pruebas mediante el levantamiento de la palanca a un 75% de la presión calibrada. (65psi), se descarga vapor de 5 a 10s. (de forma manual) leva un tiempo de 15 min (\$2.00) 		seguridad	2 veces por año
			B	La válvula acciona antes de los 95 psi	1	Válvula mal calibrada por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la válvula acciona antes de los 58psi y produce ruido y a los 54 psi se cierra Presenta amenazas a la seguridad por quemaduras, al medio ambiente no afecta, no afecta a la producción. Se debe programar una fecha para realizar el calibrado correcto de la válvula., mediante aire y ajustar a 100 psi y reposición de 80 psi, en un tiempo de una hora con un costo de \$6.00 		seguridad	1 vez al año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 102-3: Hoja 1 de información del sistema de alimentación de combustible

Empresa:		Área: GV	Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:1				
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Bomba de alimentación	1	Bombear combustible a una capacidad de 5 gal/min del depósito 1 al depósito 2 durante 4 min	A	Bombear por más de 4 minutos del tanque 1 al tanque 2	1	sensor de nivel lleno de combustible y no desactiva la bomba	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la bomba esta prendida, el depósito 2 se llena al máximo de 55 gal, y se derrama combustible Presenta amenazas al medio ambiente por derrame de combustible y puede contaminar el agua de la cisterna de alimentación a la caldera. No afecta a la seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar el sensor del depósito 2 y cambiarlo por uno nuevo lleva un tiempo de 30 min y tiene un costo de \$31.00, y hay que evaluar el costo de pérdida de combustible en este año hubo un derrame de 35 gal con un costo de \$ 50.00 	Ambientales	1 vez por año
				2	El cable de sensor de nivel cristalizado y no sube el sensor, lo cual no desactiva la bomba.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la bomba esta prendida, el depósito 2 se llena al máximo de 55 gal, y se derrama combustible Presenta amenazas al medio ambiente por derrame de combustible y puede contaminar el agua de la cisterna de alimentación a la caldera. No afecta a la seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar el sensor del depósito 2 y cambiarlo por uno nuevo lleva un tiempo de 30 min y tiene un costo de \$31.00, y hay que evaluar el costo de pérdida de combustible. 	Ambientales	1 vez por año	
			B	Bombear a una capacidad menor a 5 gal/min	1	Fuga por sello de la bomba cristalizados	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, y una disminución de caudal y requiere de más tiempo para llenar el depósito 2. Presenta amenazas al medio ambiente mínimas por derrame de combustible en el sello. No afecta a la seguridad ni a la producción. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$15.00 	evidente	1 vez por año
					2	Fisurado de impulsor por desgaste	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, y en la descarga se observa que el caudal disminuye por más de la mitad No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad ni a la producción. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$47.00 	evidente	1 vez por año
					3	Linea de succión parcialmente bloqueada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Produce ruido en la bomba por sobre esfuerzo, y apenas sale combustible por el tubo de descarga. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad ni a la producción. Se debe limpiar la línea de succión, o válvula de pie, lleva un tiempo de 30 min y tiene un costo de \$ 5. o revisar (3A1) 	evidente	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 103-3: Hoja 2 de información del sistema de alimentación de combustible

Empresa:		Área: GV	Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:2				
		Sistema:CF-GV-AC01 Alimentación de combustible	Fecha:		De:3				
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Bomba de alimentación	1	Bompear combustible a una capacidad de 5 gal/min del depósito 1 al depósito 2 durante 4 min	B	Bompear a una capacidad menor a 5 gal/min	4	Falla de rodamientos por desgaste	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta vibración No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 	Evidente	1 vez por año
	1	Bompear combustible a una capacidad de 5 gal/min del depósito 1 al depósito 2 durante 4 min	C	Incapaz de bompear combustible	1	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de combustible en la descarga. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de \$6.00 y \$12.00 respectivamente. 	Evidentes	1 vez por año
	2				Motor quemado (el sensor no acciona el apagado de la bomba por falta el combustible)	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el sensor no desactiva la bomba, a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de combustible los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se quema la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, cambiar sellos y el sensor de combustible Para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$265 y demora dos horas 	Evidentes	1 vez por año	
	3				Presencia de cuerpo extraño en el impulsor por válvula de pie dañada de la parte de succión.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte por atascamiento del impulsor, no hay presencia de combustible en la descarga. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y limpiar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo para cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y la limpieza del impulsor demora 2 horas tiene un costo de \$6.00 y \$12.00 respectivamente. Además de recomienda cambiar válvula de pie que tiene un costo de \$20.00, o revisar. (3A1) 	Evidente	1 vez por año	

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 104-3: Hoja 3 de información del sistema de alimentación de combustible

Empresa:			Área: GV	Realizado por: Jhonnatan Fala	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:3			
Sistema:CF-GV-AC01 Alimentación de combustible			Fecha:			De:3			
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Depósito 1	2	Contener combustible a una capacidad de 2000 gal	A	Contener combustible a una capacidad menor de 2000 gal	1	Fuga de combustible por fisura o tajadura por material del depósito corroído	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Presenta fuga de combustible por la pared del depósito, y además en el piso se ve derrame mínimo de combustible. •No presenta afectaciones a la seguridad ni a la producción y las afectaciones ambientales por derrame son mínimas. •Se debe identificar por donde está fugando y ver si es fisura o tajadura, se debe limpiar la zona de aplicación, cortar la cinta MP2000 que se va utilizar, y colocar en la parte afectada con un costo de \$22.00, llevará un tiempo de 15 min. Que durará hasta que se programe una soldadura eléctrica con un personal cualificado, y se debe contar con la limpieza con un cepillo de acero, el mismo combustible, espátula o waipe; además de anticipar el vaciado del tanque. Se requiere contar con electrodos 7018 para su reparación. Tendrá un costo de \$62.00 	Evidente	Cada 4 años
Depósito 1	3	Contener 2000 gal combustible limpio sin sedimentos	A	Contener 2000 gal combustible con sedimentos	1	Taponamiento de la válvula de pie de la succión	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Presencia de sedimentos en el fondo del depósito, y se bombea combustible con muy poco caudal. •No presenta afectaciones a la seguridad, a la producción ni medio ambiente •se procede a la limpieza del depósito con el mismo combustible, sacar todo sedimento que está en el fondo del depósito, para el cual se debe contar con el vaciado del tanque, y lleva un tiempo de 2 horas con un costo de \$24.00. Para el vaciado del tanque se deberá contar con un tanque auxiliar para verter el combustible presente. 	Evidentes	Cada 2 años
Depósito 2	4	Contener combustible a una capacidad de 50 gal	A	Contener combustible a una capacidad menor de 50 gal	1	Fuga de combustible por fisura o tajadura por material del depósito corroído	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Presenta fuga de combustible por la pared del depósito, y además en el piso se ve derrame mínimo de combustible. •No presenta afectaciones a la seguridad ni a la producción y las afectaciones ambientales por derrame son mínimas. •Se debe identificar por donde está fugando y ver si es fisura o tajadura, se debe limpiar la zona de aplicación, cortar la cinta MP2000 que se va utilizar, y colocar en la parte afectada con un costo de \$5.00, llevará un tiempo de 15 min. Que durará hasta que se programe una soldadura eléctrica con un personal de la empresa, se debe contar con la limpieza en donde se utilizará un cepillo de acero, el mismo combustible, espátula o waipe; además de anticipar el vaciado del tanque. Se requiere contar con electrodos 6011 para su reparación. Tendrá un costo de \$17.00 	Evidente	Cada 4 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 105-3: Hoja 1 de Información del pasteurizador 2

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:1
Parte funcional			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
1	Bombear Leche de los silos 1 ,2 3 4 y 5 al tanque de balanceo del pasteurizador a una capacidad de 180 L/min durante 1 min	A	Bombear a una capacidad menor a 180 L/min	1	Fuga por sello de la bomba cristalizados por presencia de partículas extrañas en el producto.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa rayadura y una disminución de caudal y requiere de más tiempo para llenar el tanque de balanceo. Presenta amenazas a la producción mínimas por derrame de leche en el sello, pero el impacto de la parada tiene un costo \$250.00. No afecta a la seguridad ni al ambiente. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	operacional	Cada año
				2	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, y en el tanque de balanceo se observa que el caudal disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$250.00 Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$50.00 	operacional	Cada 3 años
				3	Falla de rodamientos por desgaste	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta vibración No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por 1 hora de paro de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su remplazo y lleva 30min con un costo de \$6.00 	operacional	Cada año
		B	Incapaz de bombear combustible	1	Motor sobrecalentado por falta de producto en los silos	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 y demora dos horas 	operacional	Cada 3 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 106-3: Hoja 2 de Información del pasteurizador 2

Empresa:			Área: GV	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:2	
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7			
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Bomba de alimentación de producto	1	Bombear Leche de los silos 1 ,2 3 4 y 5 al tanque de balanceo del pasteurizador a una capacidad de180 L/min durante 1 min	B	Incapaz de bombear producto	2	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de producto en el balanceo. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con un costo de \$250.00 por hora de paro. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de\$7.00 y \$13.00 respectivamente. 	operacional	Cada 2 años
					3	Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$80.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	operacional	Cada 2 años
Bomba de recirculación de Producto	2	Bombear leche desde el tanque de balanceo por el intercambiador de calor hasta que pase a la clarificadora a una capacidad de 190 L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 190 L/min	1	Fuga por sello de la bomba cristalizados por presencia de partículas extrañas en el producto.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa rayadura y una disminución de caudal y requiere de más tiempo para llenar el tanque de balanceo. Presenta amenazas a la producción mínimas por derrame de leche en el sello, pero el impacto de la parada tiene un costo \$250.00. No afecta a la seguridad ni al ambiente. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	operacional	cada año
					2	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, y en el tanque de balanceo se observa que el caudal disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$250.00 Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$50.00 	operacional	Cada 3 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 107-3: Hoja 3 de Información del pasteurizador 2

Empresa:			Área: GV	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:3	
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7			
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Bomba de recirculación de Producto	2	Bombear leche desde el tanque de balanceo por el intercambiador de calor hasta que pase a la clarificadora a una capacidad de 190 L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 190 L/min	3	Falla de rodamientos por desgaste	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta vibración No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por una hora de paro es de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 30min con un costo de \$6.00 	operacional	Cada año
			B	Incapaz de bombear producto	1	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de producto en el balanceo. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con un costo de \$250.00 por hora de paro. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como reemplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de \$7.00 y \$13.00 respectivamente. 	operacional	Cada 2 años
					2	Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$80.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	operacional	Cada 3 años
3	Motor sobrecalentado por falta de producto en el tanque de balanceo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 en dos horas 	operacional	Cada 3 años					

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 108-3: Hoja 4 de Información del pasteurizador 2

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:4
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
3	Bombear agua caliente por intercambiador de placas a una capacidad de 170 L/min y a una temperatura de 92°C, hasta salir el agua caliente por los tubos del pasteurizador	A	Bombear a una capacidad menor a 170 L/min	1	Falla de rodamientos por la alta temperatura de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta temperatura hace endurecer el lubricante de los rodamientos No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por 1 hora de paro con \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 30min con un costo de \$6.00 	operacional	Cada año
				2	Fuga por sello de la bomba rayados por presencia de alta temperatura de agua.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa cristalización y una disminución de caudal de agua. El impacto de la parada tiene un costo \$250.00. No afecta a la seguridad ni al ambiente. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	operacional	2 veces por año
				3	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$250.00 no hora de paro. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$50.00 	operacional	Cada 3 años
				4	Impulsor degradado por corrosión o incrustación por agua dura	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$250.00 no hora de paro. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$50.00 	operacional	Cada 3 años
		B	Incapaz de bombear agua caliente	1	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de agua en el intercambiador de placas. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con un costo de \$250.00 por hora de paro. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de \$7.00 y \$13.00. 	operacional	Cada 2 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 109-3: Hoja 5 de información del pasteurizador 2.

Empresa:			Área: GV	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:5	
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7			
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
Bomba de recirculación de agua caliente	3	Bombear agua caliente por intercambiador de placas a una capacidad de 170 L/min y a una temperatura de 92°C, hasta salir el agua caliente por los tubos del pasteurizador	B	Incapaz de bombear agua caliente	2	Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$80.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	operacional	Cada 3 años
					3	Motor sobrecalentado por falta de agua caliente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$250.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 en dos horas 	operacional	Cada 3 años
Bomba de agua caliente para lavado	4	Bombear agua caliente por todo el pasteurizador para su lavado a una capacidad de 170L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 170 L/min	3	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$50.00 	evidente	Cada 3 años
					4	Impulsor degradado por corrosión o incrustación	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$50.00 	evidente	Cada 3 años
					2	Fuga por sello de la bomba rayados por alta temperatura	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa cristalización y una disminución de caudal de agua. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	evidente	2 por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 110-3: Hoja 6 de información del pasteurizador 2.

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:6	
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7			
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Bomba de agua caliente para lavado	4	Bombear agua caliente por todo el pasteurizador para su lavado a una capacidad de 170L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 170 L/min	4	Falla de rodamientos por la alta temperatura de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta temperatura hace endurecer el lubricante de los rodamientos No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 1 hora con un costo de \$6.00 	Evidente	Cada año
			B	Incapaz de bombear agua caliente	1	Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$80.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	Evidente	Cada 3 años
					2	Motor sobrecalentado por falta de agua caliente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 en dos horas 	Evidente	Cada 3 años
3	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de agua en el pasteurizador No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como reemplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de \$7.00 y \$13.00 respectivamente. 	Evidente	Cada 2 años					

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 111-3: Hoja 7 de información del pasteurizador 2.

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:7
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
5	Permitir la pasteurización de la leche a 91°C, y su salida a 5°C	A	Elevación de temperatura de la leche mayor a 91°C,	1	Intercambiador de placas quemado por presencia excesiva de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el termómetro sube por más de 92°C y hay olor a quemado de leche. No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$1000.00 por las 4 horas de paro Se debe revisar el estado del intercambiador, y si es considerable cambiar de empaques, o cambiar de placas, tiene un costo de \$924.00 y ocupa un tiempo de 4 horas, en caso de temperatura menor regular la válvula reguladora de flujo de vapor 	operacional	Cada 2 años
6	Permite calentar el agua hasta una temperatura de 91 °C para la pasteurización con vapor a más de 100°C	A	Elevación de temperatura de la leche mayor a 110°C,	1	Intercambiador de placas quemado por exceso de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el termómetro sube por más de 110°C y hay olor a quemado No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$500.00 por las 2 horas de paro Se debe revisar el estado del intercambiador, y si es considerable cambiar de empaques, o cambiar de placas, tiene un costo de \$312.00 y ocupa un tiempo de 2 horas, en caso de temperatura menor regular la válvula reguladora de flujo de vapor 	operacional	Cada 2 años
7	Permite calentar el agua hasta una temperatura de 91 °C para el lavado con vapor a más de 100°C	A	Elevación de temperatura de la leche mayor a 110°C,	1	Intercambiador de placas quemado por exceso de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el termómetro sube por más de 110°C y hay olor a quemado No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$500.00 por las 2 horas de paro Se debe revisar el estado del intercambiador, y si es considerable cambiar de empaques, o cambiar de placas, tiene un costo de \$312.00 y ocupa un tiempo de 2 horas, en caso de temperatura menor regular la válvula reguladora de flujo de vapor 	operacional	Cada 2 años
8	Permitir accionamientos a las bombas por medio de aire al activar sensores que dan órdenes a una presión de	A	Acciona mal con presencia de agua	1	Acciona fuera de parámetro por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: acciona con presencia de agua No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe purgar el aire y agua acumulada en la unidad de mantenimiento neumático lleva un tiempo de 3 minutos y un costo de \$0.50. A partir del 2012 no se ha dañado una válvula, pero cuando presenta daño es por estar expuestas a altas temperaturas y hay que desmontar los componentes de la válvula y cambiar retenedores y pistones de la válvula con un costo de \$ 218.00 	evidente	Cada año
9	Permitir el paso del vapor a una temperatura menor de 100°C hacia el intercambiador de placas	A	Pasar a una temperatura mayor a 100°C	1	Mala calibración de válvula reguladora de flujo de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se observa en el termómetro que la temperatura sube más de 100°C, y la presión sube más de 4 bar No presenta amenazas al medio ambiente, hay riesgo de quemaduras y a la producción son mínimas. Se debe calibrar bien las válvulas reguladoras de vapor y no permitir que el vapor entre con mayor temperatura que podría quemar cualquiera de las tres placas intercambiadoras de calor. 	evidente	Cada año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 112-3: Hoja 1 de información de clarificador 2

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:1					
Parte			Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Motor principal SIEMENS de 8,6 kW			1	Mover a un tornillo sin fin a una velocidad de 1765 Rev./min	A	Mover a un tornillo sin fin a una velocidad menor 1765 Rev./min	1	No adquiere velocidad por rodamientos mal lubricados (sellos de rodamientos rotos por extrañas partículas)	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Se escucha un ruido fuerte por altas vibraciones a un lado, al desmontar se observa (sellos de rodamientos rotos por extrañas partículas), del motor (lado del ventilador, o lado de transmisión por engranaje) • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro •Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, realizar además tareas de limpieza de motor. 	operacional	1 vez por año
							2	No adquiere velocidad por acoplamiento desalineado	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: en el plc se observa que la velocidad disminuye por menos de 4000 rpm en el centrifugo. • No presenta amenazas al medio ambiente, a la seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas. •Se debe abrir la brida y alinear el acople del motor, con el sin fin. Eso demoraría dos horas con un costo de \$200.00 	operacional	Cada 2 años
							3	Los tornillos de la brida que sostienen al motor están flojos o dañados por fatiga	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: en el plc se observa que la velocidad disminuye por menos de 4000 rpm en el centrifugo. • No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$250.00 por 1 hora. •Se debe desmontar el motor y ajustar nuevamente la brida correctamente, con pernos nuevos esto demoraría una hora con un costo de \$12.00 	operacional	Cada 3 años
							4	Ruido excesivo por eje pandeado	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Ruido excesivo y se observa poco movimiento. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$1500.00 por 4 horas de paro •Se recomienda desmontar el motor, inspeccionar el eje, y ver si es posible rectificar el eje, o cambiar por uno nuevo esto tardaría un tiempo de 6 horas. Y con un costo de \$236.00 	evidente	Cada 4 años
							5	Rozamientos entre componente (estator-rotor o ventilador) por excentricidad (mal estado de rodamientos)	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: ruido excesivo, y motor no funciona a la velocidad esperada, existe juego en los rodamientos • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$1000.00 por 4 horas de paro •Se debe cambiar de rodamientos del motor, además de ver la correcta alineación entre el motor, el acople y el sin fin, inspeccionar el pandeo del eje, lleva un tiempo de 4 horas. Con un costo de \$98.00. 	evidente	1 vez por año
							6	Rodamientos secos por alta temperatura	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: ruido excesivo, y motor apenas puede moverse, • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro •Se debe cambiar de rodamientos del motor, •Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, 	evidente	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 113-3: Hoja de información 2 del clarificador 2

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:2			
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala	Sistema:CF-PL-CL02 Clarificador 2		De:6			
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad			
Motor principal SIEMENS de 8,6 kW	1	Mover a un tornillo sin fin a una velocidad de 1765 Rev./min	B	El motor no gira	1	Eje bloqueado por rodamientos atascados	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Se escucha un ruido fuerte por altas vibraciones a un lado del motor (ventilador o lado de transmisión por engranaje) No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, realizar además tareas de limpieza de motor. 	operacional	Cada año
					2	Bobina de motor quemado por desequilibrio entre fases	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección se acciona (bimetálico), se evidencia una caída de fase midiendo voltaje en la alimentación, la fase está en contacto con tierra. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta porque demoraría una jornada valorada en \$2000.00 Se debe abrir la brida, sacar el motor, y de urgencia mandar a rebobinar que tendría un costo de \$350.00 el recurso externo demoraría 8 horas 	operacional	Cada 4 años
					3	Cortocircuito por falla de aislamiento (fase en contacto con la carcasa)	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección de la derivación salta, se observa bobinas quemadas y de color oscuro. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta porque demoraría una jornada valorada en \$2000.00 Se debe abrir la brida, sacar el motor, y de urgencia mandar a rebobinar que tendría un costo de \$350.00 el recurso externo demoraría 8 horas 	operacional	Cada 4 años
					4	Motor quemado por elemento de protección defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección no se acciona en presencia de una sobrecorriente, se observa bobinas quemadas y de color oscuro. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta con \$250.00 la hora de paro. Se debe abrir la brida, sacar el motor, y de urgencia se requiere comprar un motor de esta capacidad que está en un precio de \$1225.00. 	operacional	Cada 4 años
					5	Accionamiento del térmico bimetálico por mala calibración	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección se acciona (bimetálico), se evidencia midiendo que no hay una caída de tensión No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta con \$250.00 la hora de paro. asegurarse que el térmico bimetálico sea el correcto para este motor, debe estar bien calibrado (1.25 la I nominal) o en caso contrario cambiar de protección calculando su protección, esta tarea demora 1 hora con un costo de \$46.00 	operacional	Cada 4 años
					6	Terminales de alimentación defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia terminales sulfatadas por mala selección o mal ajuste o deterioro, se acciona las protecciones. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$250.00 por 1 hora de paro Se debe cambiar de terminales, y fijarse que estén bien ajustadas, analizar si el cable es el adecuado para su maniobra. La tarea tiene un costo de \$16.00 	operacional	Cada 4 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 114-3: Hoja de información 3 del clarificador 2

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:3	
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-CL02 Clarificador 2			De:6	
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Motor principal SIEMENS de 8,6 kW	2	Trabajar a una temperatura entre 20 y 40 °C	A	Trabaja a una alta temperatura mayor a 40°C	1	Alta temperatura por suciedad excesiva en la carcasa.	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Se siente alta temperatura en el motor, además de verlo completamente sucio • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, ni a la producción. •Se debe realizar una limpieza externa al motor que demora una hora con un costo de \$12.00 	evidente	Cada año
					2	Motor se calienta por ventilador roto	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Se siente alta temperatura en el motor, además de escuchar un ruido no muy fuerte • No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta \$500.00 por dos horas de paro •Se debe abrir la brida, sacar el motor, desmontar el ventilador y cambiarlo tendrá un costo de \$212.00 	operacional	Cada 4 años
					3	Lubricación defectuosa de los rodamientos.	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: los lados del motor emanan una temperatura alta • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro •Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, realizar además tareas de limpieza de motor. 	operacional	Cada dos años
Corona sin fin con un eje vertical y un árbol horizontal	3	Transmitir movimiento del motor al separador centrífugo hasta alcanzar una velocidad mayor a 6000 rpm	A	No transmite movimiento	1	Atascamiento por pérdida total de diente (fractura dúctil)	<ul style="list-style-type: none"> • El motor no se dispara, suena una alarma por la no presencia de movimiento en el sensor. Al desmontar el engranaje presenta cizallado del diente y deformación. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1000.00 por 4 horas de paro •Se debe cambiar helicoidal o corona que lleva un tiempo de 4 horas y tiene un costo de \$200.00, 	operacional	Cada 3 años
					2	Engranaje falla por falta de aceite	<ul style="list-style-type: none"> • se activa la alarma por ausencia de lubricación y el engranaje se sobrecalienta, los dientes presentan una gama de colores amarillo azul, marrón oscuro. Y además se produce desgaste adhesivo por pérdida de película de lubricante. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1000.00 por 4 horas de paro •Se debe cambiar el helicoidal que lleva un tiempo de 4 horas y tiene un costo de \$200.00, además de cambiar el aceite que son 4 litros de MOBILGEAR 600XP 320 con un costo de \$40.00 	operacional	Cada año
			B	Transmitir movimiento que reduzca al separador su velocidad menor a 6000 rpm	1	Perdida geométrica del diente del sin fin	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia una pérdida de velocidad en el plc, al sacar el engranaje puede presentar (identación por material extraño, o aplastamiento, afilado o rebaja) • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1000.00 por 4 horas de paro •Se debe cambiar la corona que lleva un tiempo de 4 horas y tiene un costo de \$200.00, no se recomienda recuperar el engranaje por soldadura, hay que llevarlo a mecanizar si es factible. 	operacional	Cada 4 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 115-3: Hoja de información 4 de clarificador 2

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:4		
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-CL02 Clarificador 2			De:6		
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad			
3	Transmitir movimiento del motor al separador centrífugo hasta alcanzar una velocidad mayor a 6000 rpm	B	Transmitir movimiento que reduzca al separador su velocidad menor a 6000 rpm	2	Excentricidad del eje vertical por cojinetes desgastados	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia una pérdida de velocidad en el plc, al desmontar los cojinetes presentan juego • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1000.00 por 4 horas de paro •Se debe cambiar los tres cojinetes del eje, anillos de retención y las juntas lleva un tiempo de 4 horas y tiene un costo de \$150.00, (RCGMEC04, RCCUS04) 	Operacional	Cada año		
				3	Excentricidad del eje horizontal por cojinetes desgastados	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia una pérdida de velocidad en el plc, al desmontar los cojinetes presentan juego • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1000.00 por 4 horas de paro •Se debe cambiar los dos cojinetes del eje, anillos de retención y las juntas lleva un tiempo de 4 horas y tiene un costo de \$150.00, (RCGMEC04, RCCUS04) 	Operacional	Cada año		
4	Permitir la regulación de agua para el lavado a una presión de 1,5 bar	B	No llega agua al grupo de maniobra	A	Presión menor a 1,5 bar	1	Membrana del grupo cristalizada	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 1,5 bar, y goteo de agua • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$250.00 por 1 hora de paro Quitar los 4 tornillos que fijan la tapa, sacar la membrana 021011y cambiarla toma un tiempo de una hora con un costo de \$16.00	Operacional	Cada año
				B	1	Bomba de suministro quemada por falta de agua.	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de agua caliente los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad a la producción con \$250.00 •Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada 	Operacional	Cada 4 años	
					2	Rodamientos de la bomba en mal estado	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta temperatura hace endurecer e los rodamientos • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, con costo de (\$250 perdida) •Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 1 hora con un costo de \$6.00 	Operacional	Cada año	
					3	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> • Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, el caudal de agua disminuye. •No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. (\$250 perdida) •Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como reemplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$50.00 	Operacional	Cada s4 año	

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 116-3: Hoja de información 5 de clarificador 2.

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:5			
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala	Sistema:CF-PL-CL02 Clarificador 2		De:6			
Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Separador tambor, tazón	5	Permitir separar la nata de la leche a 6000rpm, y una presión de 4 bar y sin ruido excesivo	A	Pierde presión por los fangos	1	desgaste de juntas de goma en el eje del tambor	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar, se activa una alarma. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1000.00 por 4 horas de paro •Utilizar llave prensa diafragmas, desmontar la tapa del tazón el eje principal cambiar 12 juntas Kit 0203A-B n sin auxilio de grasas o aceites con un costo de \$250.00 en un tiempo de 4 horas 	Operacional	Cada año
					2	Fuga mínima por juntas de la válvula del tambor	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar, se activa una alarma. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Quitar el tapón del ciclón, con la correspondiente llave destornillar la válvula, extraer el pistón de la válvula, limpiar válvulas y cambiar juntas Kit 020956, tiene un costo de \$175.00 	Operacional	Cada año
					3	Tambor sucio	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar y suciedad • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Desmontar y limpiar suciedad en las juntas y el pistón móvil, lleva un tiempo de 2 horas con un costo de \$25.00 	Operacional	Cada año
			B	Presión mayor a 4 bar	1	Alta presión de suministro de producto	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión mayor a 4 bar • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción- Revisar aguas arriba, y disminuir la presión de entrada de producto en un tiempo de 5 min 	evidente	Cada año
			C	No se desnata la leche	1	Juntas de aparato de salida desgastadas	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que casi sale el mismo producto por la descarga • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Cambiar juntas VPC08A que tienen un costo \$125.00 y demora dos horas 	Operacional	Cada año
					2	La junta de la llave de salida desgastado	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que casi sale el mismo producto por la descarga • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Cambiar juntas 0201A, B que tienen un costo \$125.00 y demora dos horas 	Operacional	Cada año
					3	Diafragma del tambor con suciedad	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar y suciedad • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Desmontar y lavar suciedad en el diafragma y el pistón móvil, lleva un tiempo de 2 horas con un costo de \$25.00 	Operacional	Cada 3 años
			D	Producto con espuma	1	Presencia de aire por falta de producto	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión mayor a 4 bar • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción- Revisar aguas arriba el motivo porque no hay producto 	evidente	Dos cada año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 117-3: Hoja de información 6 de clarificador 2.

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:6			
Parte			Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Separador tambor, tazón	5	Permitir separar la nata de la leche a 6000rpm, y una presión de 4 bar y sin ruido	E	El tambor no cierra	1	Junta de pistón móvil desgastada	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que no se puede cerrar el tambor, existe juego. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Se requiere cambiar juntas 203A. 020102,020110, que tiene un costo de \$125.00 	Operacional	Cada 2 años
			F	El tambor no descarga nata	1	Válvula de descarga sucia y orificios de pasaje obstruidos	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que no se sale producto por la válvula de salida de crema • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$250.00 por 1 horas de paro Limpiar agujeros y orificios, desmontar válvula del tambor y limpiarla con un costo de \$12.00 	Operacional	
					2	Electroválvula sucia	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que no se sale producto por la descarga por mal accionamiento de la electroválvula • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$250.00 por 1 horas de paro Verificar si la electroválvula envía agua a la base desmontando el tubo alimentador y limpiarla tiene un costo de \$12.00 	Operacional	
			G	Ruido excesivo en el tambor	1	Tambor mal montado	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia con un ruido demasiado fuerte y alta vibración • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Montar bien el tambor en un tiempo de dos horas tiene un costo de \$24.00 	Operacional	
					2	Diafragma desgastado	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que el producto no sale como se espera • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$500.00 por 2 horas de paro Cambiar diafragma 020312 que lleva un tiempo de 2 horas y un costo de \$75.00 	Operacional	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 118-3: Hoja de información 1 del homogenizador 1.

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:1			
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-HM01 Homogenizador 1			De:4			
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Grupo de bombeo de producto	1	bombear leche a una capacidad de 5955 l/h en presión (150 bar)	A	1	Presión insuficiente he homogenización (por empaques rayados, cristalizados por la mala calidad de leche o por la presencia de impurezas en el agua de lavado.)	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presión insuficiente en el manómetro y fuga de producto, por los retenedores. Se activa una luz amarilla por presión insuficiente. No Presenta amenazas a la seguridad y medio ambiente Afectaciones a la producción producen la disminución de capacidad de producto en el sistema, genera un retraso de producción por de paro de 2 horas del equipo, ocasionando una pérdida de producción de \$1088.00 las empaquetaduras CH236177 sufre daño y debe ser cambiado. se requiere cambiar de retenedor, en un tiempo de 2 horas con un costo de \$ 52 	Operacional	5 veces por año	
				2	Presión insuficiente por desgaste de la cabeza de pistón bombeante de producto y desgaste de retenedores de aceite	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presión insuficiente en el manómetro y un ruido extraño en el cabezal de homogenización. Se activa una luz amarilla por presión insuficiente. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen la disminución de capacidad de producto en el sistema, genera una pérdida de producción de \$1632.00 por 3 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar cabeza de pistón, retenedores de aceite, casquillos guía de pistón que lleva 3 horas que tiene un costo de \$386 	operacional	2 veces año	
			B	no bombea producto	1	Ausencia de presión, el selector en presión "on-off" que se encuentra en el panel de mandos no funciona, o válvula de paso de aire cerrada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay presión en el indicador de presión. Se activa una luz amarilla por falta de presión. No Presenta amenazas a la seguridad y medio ambiente Afectaciones a la producción, la maquina no comienza a bombear, tiene una perdida por \$272.00 por el tiempo de paro. no existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere realizar un cambio del selector de presión 043.0045 que tiene una duración de 30 min. Que tiene un costo de \$25.00 	Operacional	1 vez por año
sistema neumático	2	proporcionar una presión de aire al sistema de 3,8 bar	A	presión de aire en el sistema por debajo de 3,8 bar	1	falla del regulador de presión, presenta fisura	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay presión suficiente para dosificar el lubricante en la válvula de homogenización, No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. presenta un paro de una hora para su cambio que en costos rodea los \$ 544.00 se debe realizar un cambio del regulador de presión043.0041 con un coto de \$37 	Operacionales	una vez por año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 119-3: Hoja de información 2 del homogenizador 1

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:2			
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala	Sistema:CF-PL-HM01 Homogenizador 1		De:4			
Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad			
sistema de transmisión por banda	3	transmitir movimiento a una velocidad menor de 1785 rpm entre poleas	A	1	banda floja por falta de tensado no proporciona la velocidad adecuada	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: fuerte chillido o ruido fino, altas vibraciones en el sistema No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen un paro de la producción por 30 min que ocasiona pérdidas de \$272 No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un tensado de la correa y limpieza de las poleas en un tiempo de 30 min tiene un costo de \$5. 	Operacionales	1 vez por año	
				2	banda rota en malas condiciones por presencia de agentes externos	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruidos extraños, en la banda se nota fisuras y elongación de la misma No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen el paro de la producción por 30 min y tiene un costo de \$272.00 No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar de banda 116.SPB2264/A de transmisión con un costo de \$36.00 	Operacionales	1 vez por año	
		transmitir movimiento a una velocidad de 1785 rpm desde el motor principal por medio de una banda y polea con una relación de transmisión de 2,5:1 hacia la polea que mueve el reductor de velocidad	B	no transmite movimiento	1	motor no arranca por fusibles secundarios defectuosos o quemados, por presencia de cortocircuito	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: luz amarilla de intervención de protecciones, no existe movimiento del sistema. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen un paro de la producción con un costo de afectación de \$272.00 No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar los fusibles de 120A y hacer una medición de corriente y tensión en un tiempo de 30 min con un costo de \$12.00 	Operacional	1 vez por año
					2	Motor quemado por corto entre bobinas debido a fallas del material aislante y el barniz de impregnación	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruido extraño y fuerte, la luz amarilla de intervención de protecciones se enciende y no existe movimiento del sistema. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$ 4352.00 por una jornada de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un rebobinado del estator del motor, lleva un tiempo de una jornada y un costo de \$450.00 por bobina. 	Operacional	-----
					3	Falla de rodamientos por desgaste	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (ventilador o polea) se observa que no hay producto de trabajo. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por las 3 horas de \$1632.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar el motor, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 3 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$65.00 	Operacional	2 vez por año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 120-3: Hoja de información 3 del homogenizador 1

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:3			
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-HM01 Homogenizador 1	De:4			
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad			
reductor de velocidad	4	transmitir una velocidad de rotación de 750 rpm con una relación de 3,5:1 hacia un cigüeñal de la bomba de pistones	A	velocidad de reductor menor a 750 rpm	1	desgaste abrasivo de diente de engranaje de corona por presencia de partículas en el aceite (falta de mantenimiento)	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruido extraño y fuerte, movimiento lento de transmisión No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$ 1088.00 por 2 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un cambio de aceite del sistema de lubricación del reductor con un costo de \$164.00 se realiza en dos horas aceite tamoil gear 150EP, si es necesario cambiar el engranaje. 	operacional	1 vez /2años
			B	no hay transmisión de la velocidad	1	tensión de la banda de transmisión excesivo lo que hace que la polea no mueva el reductor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay movimiento del sistema, No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$ 272.00 por 30 min de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere verificar la alineación de las caras de la polea y el tensado de la banda y aflojar para que pueda existir movimiento se realizara en 30 min con costo de \$5 	operacional	1 vez /año
sistema oleodinámico de lubricación	5	proporcionar una presión del sistema de lubricación de 7,6 bar	A	proporcionar lubricante menor a 7 bar	1	obturación por suciedad presente en la unidad de succión de la bomba de aceite	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe obstrucción y de aceite y caída de presión en el sistema No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se produce un paro que ocasiona una pérdida de producción de \$ 1088.00 se debe realizar una limpieza a toda la unidad el tiempo demora dos horas con un costo de \$30 	Operacional	cada 2 años
bomba de pistones	6	accionar desde el cigüeñal a una velocidad de 200 rpm a unos pistones y hacer funcionar el grupo de bombeo del producto a una presión de 1200 psi	A	Bombear a una presión insuficiente menor a 1200 psi	1	fisura de la biela del pistón bombeante por aplicación de mucho torque de apriete en la chaqueta.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: falta de presión en el cabezal de homogenización con alta vibración No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. Genera una pérdida de producción de \$2176.00 por 4 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere hacer un cambio de biela 001.06194 y, revisar el estado de los diferentes componentes y aprovechar con el cambio de pistón 001.05612 y empaquetaduras 003.4300, empaque OR 003.41100,003.4562 en un tiempo de cuatro horas con un costo de \$3550.00 	Operacional	cada 2 años
					2	fuga de aceite por el embolo del pistón por anillo desgastado	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: presencia de aceite en el grupo de bombeo del producto No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. genera una pérdida de producción de \$2176 00 por 4 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla, pero ocasiona contaminación. si esta entre tiempos operativos esperar al día de mantenimiento y hacer cambio de anillos 008.0038,001.06193,008.0026,008.0027y completar el aceite con un costo de \$250.00 	evidente	cada 2 años

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 121-3: Hoja de información 4 del homogenizador 1

Empresa:		Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos				Hoja:4				
Parte		Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad				
Grupo de la válvula de Homogenización y cilindro oleo neumático	7	controlar la presión de homogenización mediante la habilitación de la presión del aire comprimido a 3,8 bar, para que el producto de homogenice	A	cae la presión en válvula de homogenización menor a 3,8 bar	1	deterioro del empaque OR de la válvula debido al fuerte impacto del producto con la sección de cabeza de impacto	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la Cámara de homogenización pierde aceite, y no controla la presión requerida por falta de aceite. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente No existe daños físicos ocasionados por la falla como es un aceite industrial de uso alimentario, se procede a rellenar para que el fin de semana sea cambiado el empaque OR 003.3300-054.06007008-003.3300-,004.1015/MRR-003.4028-0034100-003.0309 de la válvula en el cual se hará en una duración de 2 horas con un costo de \$96.00, 	evidente	2 veces por año			
					2	desgaste de la cabeza de impacto A de la válvula debido a las altas presiones del pasaje continuo del producto	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se crea un collar en la parte interna y con el tiempo se producen surcos tangenciales. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. se producen la disminución de capacidad de producto en el sistema, genera una pérdida de producción de \$1088.00 por 2 horas de paro del equipo. No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere cambiar la cabeza de impacto 001.03726/PVDL en la cual se utilizará 2 horas para cambiar y comprobar el funcionamiento, tiene un costo de \$276.00 	operacional	1 vez por año			
			B	no hay presión de homogenización	1	cabeza de la válvula tiene presencia de aire	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: ruido y vibración de la válvula. No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. no produce la disminución de capacidad de producto en el sistema, No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere purgar el aire en un tiempo de 5 min 	evidente	semanal			
					2	no hay aire en el sistema	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay aire que presione la válvula No Presenta amenazas a la seguridad, medio ambiente, ni producción No existe daños físicos ocasionados por la falla se requiere inspeccionar el circuito neumático y alimentar el aire en un tiempo de 10 min 	evidente	3 veces /año			
			Sistema de agua de enfriamiento	8	Regular la presión al sistema de agua 1,5 bar	A	presión de aire en el sistema por debajo de 1,5 bar	1	falla del regulador de presión, presenta fisura	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: no hay presión suficiente por fisura de regulador de presión No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. presenta un paro de una hora para su cambio que en costos rodea los \$ 544.00 Se debe realizar un cambio del regulador de presión 061.0063 con un costo de \$38.00 en un tiempo de una hora. 	Operacionales	una vez por año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 122-3: Hoja 1 de Información del pasteurizador 1

Empresa:			Área: PL		Realizado por: Jhonnatan Fala		Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja:1
Sistema:CF-PL-PZ01 pasteurizador 1			Fecha:		De:7				
Parte funcional	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
Bomba de alimentación de producto	1	Bombear Leche de los silos 1 ,2 3 4 y 5 al tanque de balanceo del pasteurizador a una capacidad de 290 L/min durante 1 min	A	Bombear a una capacidad menor a 290 L/min	1	Fuga por sello de la bomba cristalizados por presencia de partículas extrañas en el producto.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa rayadura y una disminución de caudal y requiere de más tiempo para llenar el tanque de balanceo. Presenta amenazas a la producción mínimas por derrame de leche en el sello, pero el impacto de la parada tiene un costo \$540.00. No afecta a la seguridad ni al ambiente. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	operacional	Cada año
					2	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, y en el tanque de balanceo se observa que el caudal disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$540.00 por hora. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$51.00 	operacional	Cada año
					3	Falla de rodamientos por desgaste	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por los 30 minutos de \$270.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su remplazo y lleva 1 hora con un costo de \$6.00 	operacional	Cada año
			B	Incapaz de bombear combustible	1	Motor sobrecalentado por falta de producto en los silos	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por hora de paro con un costo de \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. El costo de una bomba de esta capacidad es de \$670.00 	operacional	cada 2 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 123-3: Hoja 2 de Información del pasteurizador 1

Empresa:			Área: GV	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:2
Parte funcional			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-PZ01 pasteurizador 1			De:7
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)			Consecuencias	Probabilidad
1	Bombear Leche de los silos 1 ,2 3 4 y 5 al tanque de balanceo del pasteurizador a una capacidad de 290 L/min durante 1 min	B	Incapaz de bombear producto	2	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de producto en el balanceo. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con un costo de \$250.00 por hora de paro. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de\$7.00 y \$13.00 respectivamente. 	operacional	1 vez por año
				3	Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$150.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$670.00 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	operacional	1 vez por año
2	Bombear leche desde el tanque de balanceo por el intercambiador de calor hasta que pase a la clarificadora a una capacidad de 290 L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 190 L/min	1	Fuga por sello de la bomba cristalizados por presencia de partículas extrañas en el producto.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa rayadura y una disminución de caudal y requiere de más tiempo para llenar el tanque de balanceo. Presenta amenazas a la producción mínimas por derrame de leche en el sello, pero el impacto de la parada tiene un costo \$540.00. No afecta a la seguridad ni al ambiente. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	operacional	1 vez por año
				2	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, y en el tanque de balanceo se observa que el caudal disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$540.00 Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$55.00 	operacional	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 124-3: Hoja 3 de Información del pasteurizador 2

Empresa:		Área: GV	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:3		
Parte		N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
Bomba de recirculación de Producto	2	Bombear leche desde el tanque de balanceo por el intercambiador de calor hasta que pase a la clarificadora a una capacidad de 290 L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 290 L/min	3	Falla de rodamientos por desgaste	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta vibración No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por una hora de paro \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 1 hora con un costo de \$6.00 	operacional	2 vez por año
				B	Incapaz de bombear producto	1	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de producto en el balanceo. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con un costo de \$250.00 por hora de paro. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como reemplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas con un costo de \$7.00 y \$13.00 respectivamente. 	operacional
			2			Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$150.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$670 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	operacional	1 vez por año
			3	Motor sobrecalentado por falta de producto en el tanque de balanceo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$670 en dos horas 	operacional	1 vez a los dos años		

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 125-3: Hoja 4 de Información del pasteurizador 2

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:4	
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7			
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Bomba de recirculación de Agua caliente	3	Bombear agua caliente por intercambiador de placas a una capacidad de 380L/min y a una temperatura de 92°C, hasta salir el agua caliente por los tubos del pasteurizador	A	Bombear agua caliente a una capacidad menor a 380 L/min	1	Falla de rodamientos por la alta temperatura de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta temperatura hace endurecer el lubricante de los rodamientos No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por una hora de paro de \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 1 hora con un costo de \$6.00 	operacional	2 veces por año
					2	Fuga por sello de la bomba rayados por presencia de alta temperatura de agua.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa cristalización y una disminución de caudal de agua. El impacto de la parada tiene un costo \$540.00. No afecta a la seguridad ni al ambiente. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	operacional	2 veces por año
					3	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$540.00 no hora de paro. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$55.00 	operacional	1 vez por año
					4	Impulsor degradado por corrosión o incrustación por agua dura	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, no afecta a la seguridad a la producción puede afectar con un costo de \$540.00 no hora de paro. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$55.00 	operacional	1 vez cada 2 años
			B	Incapaz de bombear agua caliente	1	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de agua en el intercambiador de placas. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con un costo de \$540.00 por hora de paro. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de\$7.00 y \$13 	operacional	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 126-3: Hoja 5 de información del pasteurizador 2.

Empresa:			Área: GV	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:5	
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7			
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
Bomba de recirculación de agua caliente	3	Bombear agua caliente por intercambiador de placas a una capacidad de 380 L/min y a una temperatura de 92°C, hasta salir el agua caliente por los tubos del pasteurizador	B	Incapaz de bombear agua caliente	2	Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$80.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$670 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	operacional	1 vez por año
					3	Motor sobrecalentado por falta de agua caliente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta por una hora con un costo de \$540.00 Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser remplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$570 en dos horas 	operacional	1 vez a los dos años
Bomba de agua caliente para lavado	4	Bombear agua caliente por todo el pasteurizador para su lavado a una capacidad de 380 L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 380 L/min	1	Cavitación en el impulsor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$55.00 	evidente	1 vez por año
					2	Impulsor degradado por corrosión o incrustación	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, se observa que el caudal de agua disminuye. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo y cubrir la función requerida, tiene un costo de \$55.00 	evidente	1 vez cada dos años
					3	Fuga por sello de la bomba rayados por alta temperatura	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: existe fuga en el sello, al desmontar componentes se observa cristalización y una disminución de caudal de agua. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe cambiar los sellos de la bomba en un tiempo de 1 hora, tiene un costo de \$16.00. 	evidente	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 127-3: Hoja 6 de información del pasteurizador 2.

Empresa:			Área: PL		Fecha:		Revisado por: Ing. César Gallegos		Hoja:6
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2		De:7				
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Bomba de agua caliente para lavado	4	Bombear agua caliente por todo el pasteurizador para su lavado a una capacidad de 390 L/min	A	Bombear a una capacidad menor a 390 L/min	4+	Falla de rodamientos por la alta temperatura de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta temperatura hace endurecer el lubricante de los rodamientos No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 1 hora con un costo de \$6.00 	operacional	2 vez por año
				B	Incapaz de bombear agua caliente	1	Motor quemado por sobreintensidad o sobre corriente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia contacto falso en el contactor y se observa contactos quemados. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, si es factible mandar a realizar el rebobinado que tiene un costo de \$80.00, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$365 y demora dos horas, y se recomienda tarea de reajustes de contactos. 	operacional
			2			Motor sobrecalentado por falta de agua caliente.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de leche los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta la bomba. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, se debe evaluar el estado del motor de la bomba, o ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$18.00 y un tiempo de 3 horas, o para eventos posteriores se requiere de una bomba para ser reemplazada y restablecer la función en caso de falla. La tarea tiene un costo de \$670.00 en dos horas 	operacional	1 vez a los dos años
				3	Impulsor flojo, o suelto por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Ruido fuerte en lado del impulsor por rozamiento de la carcasa y el impulsor, no hay presencia de agua en el pasteurizador No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y ajustar el impulsor, o bodega dispone de 1 bomba adicional como reemplazo y cubrir la función requerida. La tarea demora 1 hora por el cambio de bomba y el ajuste del impulsor demora 2 horas tiene un costo de \$7.00 y \$13.00 respectivamente. 	operacional	1 vez por año	

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 128-3: Hoja 7 de información del pasteurizador 2.

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:7
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala		Sistema:CF-PL-PZ02 pasteurizador 2			De:7
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
5	Permitir la pasteurización de la leche a 91°C, y su salida a 5°C	A	Elevación de temperatura de la leche mayor a 91°C,	1	Intercambiador de placas quemado por presencia excesiva de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el termómetro sube por más de 92°C y hay olor a quemado de leche. No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$2160.00 por las 4 horas de paro Se debe revisar el estado del intercambiador, y si es considerable cambiar de empaques, o cambiar de placas, tiene un costo de \$1500. y ocupa un tiempo de 4 horas, en caso de temperatura menor regular la válvula reguladora de flujo de vapor 	operacional	Cada 2 años
6	Permite calentar el agua hasta una temperatura de 91 °C para la pasteurización con vapor a más de 100°C	A	Elevación de temperatura de la leche mayor a 110°C,	1	Intercambiador de placas quemado por exceso de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el termómetro sube por más de 110°C y hay olor a quemado No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$10800.00 por las 2 horas de paro Se debe revisar el estado del intercambiador, y si es considerable cambiar de empaques, o cambiar de placas, tiene un costo de \$612.00 y ocupa un tiempo de 2 horas, en caso de temperatura menor regular la válvula reguladora de flujo de vapor 	operacional	Cada 2 años
7	Permite calentar el agua hasta una temperatura de 91 °C para el lavado con vapor a más de 100°C	A	Elevación de temperatura de la leche mayor a 110°C,	1	Intercambiador de placas quemado por exceso de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: el termómetro sube por más de 110°C y hay olor a quemado No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$1080.00 por las 2 horas de paro Se debe revisar el estado del intercambiador, y si es considerable cambiar de empaques, o cambiar de placas, tiene un costo de \$612.00 y ocupa un tiempo de 2 horas, en caso de temperatura menor regular la válvula reguladora de flujo de vapor 	operacional	Cada 2 años
8	Permitir accionamientos a las bombas por medio de aire al activar sensores para los diferentes procesos	A	Acciona mal con presencia de agua	1	Acciona fuera de parámetro por falta de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: acciona con presencia de agua No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. Se debe purgar el aire y agua acumulada en la unidad de mantenimiento neumático lleva un tiempo de 3 minutos y un costo de \$0.50. A partir del 2012 no se ha dañado una válvula, pero cuando presenta daño es por estar expuestas a altas temperaturas y hay que desmontar los componentes de la válvula y cambiar retenedores y pistones de la válvula con un costo de \$ 218.00 	evidente	1 vez por año
9	Permitir el paso del vapor a una temperatura menor de 100°C hacia el intercambiador de placas	A	Pasar a una temperatura mayor a 100°C	1	Mala calibración de válvula reguladora de flujo de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se observa en el termómetro que la temperatura sube más de 100°C, y la presión sube más de 4 bar No presenta amenazas al medio ambiente, hay riesgo de quemaduras y a la producción son mínimas. Se debe calibrar bien las válvulas reguladoras de vapor y no permitir que el vapor entre con mayor temperatura que podría quemar cualquiera de las tres placas intercambiadoras de calor. Demora 1 hora con un costo de \$6.00 	evidente	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 129-3: Hoja 1 de información de clarificador 1

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:1			
Parte			Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad
Motor principal SIEMENS de 12,6 kW	1	Mover a un tornillo sin fin a una velocidad de 3550 Rev./min	A	Mover a un tornillo sin fin a una velocidad menor 3550 Rev./min	1	No adquiere velocidad por rodamientos mal lubricados (sellos de rodamientos rotos por extrañas partículas)	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Se escucha un ruido fuerte por altas vibraciones a un lado, al desmontar se observa (sellos de rodamientos rotos por extrañas partículas), del motor (lado del ventilador, o lado de transmisión por engranaje) • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro •Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, realizar además tareas de limpieza de motor. 	operacional	1 vez por año
					2	No adquiere velocidad por acoplamiento desalineado	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: en el plc se observa que la velocidad disminuye por menos de 4000 rpm en el centrifugo. • No presenta amenazas al medio ambiente, a la seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas. •Se debe abrir la brida y alinear el acople del motor, con el sin fin. Eso demoraría dos horas con un costo de \$224.00 	operacional	Cada 2 años
					3	Los tornillos de la brida que sostienen al motor están flojos o dañados por fatiga	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: en el plc se observa que la velocidad disminuye por menos de 4000 rpm en el centrifugo. • No presenta amenazas al medio ambiente, puede ocasionar quemaduras si no se toma las debidas consideraciones y a la producción afecta con \$540.00 por 1 hora. •Se debe desmontar el motor y ajustar nuevamente la brida correctamente, con pernos nuevos esto demoraría una hora con un costo de \$16.00 	operacional	Cada 3 años
					4	Ruido excesivo por eje pandeado	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Ruido excesivo y se observa poco movimiento. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$3240.00 por 4 horas de paro •Se recomienda desmontar el motor, inspeccionar el eje, y ver si es posible rectificar el eje, o cambiar por uno nuevo esto tardaría un tiempo de 6 horas. Y con un costo de \$436.00 	evidente	Cada 4 años
					5	Rozamientos entre componente (estator-rotor o ventilador) por excentricidad (mal estado de rodamientos)	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: ruido excesivo, y motor no funciona a la velocidad esperada, existe juego en los rodamientos • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$2160.00 por 4 horas de paro •Se debe cambiar de rodamientos del motor, además de ver la correcta alineación entre el motor, el acople y el sin fin, inspeccionar el pandeo del eje, lleva un tiempo de 4 horas. Con un costo de \$98.00. 	evidente	1 vez por año
					6	Rodamientos secos por alta temperatura	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: ruido excesivo, y motor apenas puede moverse, • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro •Se debe cambiar de rodamientos del motor, •Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, 	evidente	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 130-3: Hoja de información 2 del clarificador 1

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:2			
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala	Sistema:CF-PL-CL02 Clarificador 1		De:6			
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla		(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Motor principal SIEMENS de 12,6 kW	1	Mover a una polea a una velocidad de 3550 Rev./min	B	El motor no gira	1	Eje bloqueado por rodamientos atascados	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: Se escucha un ruido fuerte por altas vibraciones a un lado del motor (ventilador o lado de transmisión por engranaje) No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, realizar además tareas de limpieza de motor. 	operacional	Cada año
					2	Bobina de motor quemado por desequilibrio entre fases	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección se acciona (bimetálico), se evidencia una caída de fase midiendo voltaje en la alimentación, la fase está en contacto con tierra. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta porque demoraría una jornada valorada en \$4320.00 Se debe abrir la brida, sacar el motor, y de urgencia mandar a rebobinar que tendría un costo de \$850.00 el recurso externo demoraría 8 horas 	operacional	Cada 4 años
					3	Cortocircuito por falla de aislamiento (fase en contacto con la carcasa)	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección de la derivación salta, se observa bobinas quemadas y de color oscuro. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta porque demoraría una jornada valorada en \$2000.00 Se debe abrir la brida, sacar el motor, y de urgencia mandar a rebobinar que tendría un costo de \$850.00 el recurso externo demoraría 8 horas 	operacional	Cada 4 años
					4	Motor quemado por elemento de protección defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección no se acciona en presencia de una sobreintensidad, se observa bobinas quemadas y de color oscuro. No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta con \$540.00 la hora de paro. Se debe abrir la brida, sacar el motor, y de urgencia se requiere comprar un motor de esta capacidad que está en un precio de \$5500.00. 	operacional	Cada 4 años
					5	Accionamiento del térmico bimetálico por mala calibración	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: la protección se acciona (bimetálico), se evidencia midiendo que no hay una caída de tensión No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta con \$540.00 la hora de paro. asegurarse que el térmico bimetálico sea el correcto para este motor, debe estar bien calibrado (1.25 la I nominal) o en caso contrario cambiar de protección calculando su protección, esta tarea demora 1 hora con un costo de \$46.00 	operacional	Cada 4 años
					6	Terminales de alimentación defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias del fallo: se evidencia terminales sulfatadas por mala selección o mal ajuste o deterioro, se acciona las protecciones. No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, a la producción afecta con \$540.00 por 1 hora de paro Se debe cambiar de terminales, y fijarse que estén bien ajustadas, analizar si el cable es el adecuado para su maniobra. La tarea tiene un costo de \$16.00 	operacional	Cada 4 años

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 131-3: Hoja de información 3 del clarificador 1

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:3			
Parte			Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad
Motor principal SIEMENS de 12,6 kW	2	Trabajar a una temperatura entre 20 y 40 °C	A	Trabaja a una alta temperatura mayor a 40°C	1	Alta temperatura por suciedad excesiva en la carcasa.	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Se siente alta temperatura en el motor, además de verlo completamente sucio • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, ni a la producción. •Se debe realizar una limpieza externa al motor que demora una hora con un costo de \$12.00 	evidente	Cada año
					2	Motor se calienta por ventilador roto	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: Se siente alta temperatura en el motor, además de escuchar un ruido no muy fuerte • No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad y a la producción afecta \$1080.00 por dos horas de paro •Se debe abrir la brida, sacar el motor, desmontar el ventilador y cambiarlo tendrá un costo de \$312.00 	operacional	Cada 4 años
					3	Lubricación defectuosa de los rodamientos.	<ul style="list-style-type: none"> •Evidencias del fallo: los lados del motor emanan una temperatura alta • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro •Se debe cambiar de rodamiento que lleva un tiempo de 2 horas y tiene un costo de \$50.00, realizar además tareas de limpieza de motor. 	operacional	Cada dos años
sistema de transmisión por banda	3	transmitir movimiento a una velocidad de 3550 rpm desde el motor principal por medio de una banda plana, hacia una polea que mueve el árbol principal del tazón	A	transmitir movimiento a una velocidad menor de 3550 rpm entre poleas	1	banda floja por falta de tensado no proporciona la velocidad adecuada	<ul style="list-style-type: none"> • Evidencias del fallo: fuerte ruido fino, alarma por altas vibraciones en el sistema • No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. • se producen un paro de la producción por 1 hora que ocasiona pérdidas de \$540 • No existe daños físicos ocasionados por la falla • se requiere tensar la banda plana, y que este correctamente centrada en la polea del motor, ajustar los tornillos tensores hasta estirar las dos marcas que se colocar en la banda hasta una distancia de 102mm con un costo de \$6.00 	Operacionales	1 vez por año
					2	banda rota en malas condiciones por presencia de agentes externos	<ul style="list-style-type: none"> • Evidencias del fallo: ruidos extraños, en la banda se nota fisuras y elongación de la misma • No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. • se producen el paro de la producción por 1 hora y tiene un costo de \$1080.00 • No existe daños físicos ocasionados por la falla • se requiere cambiar de banda plana, desmontar la cabeza hexagonal del extremo y sacar la banda, luego colocar la nueva, con un costo de \$75.00 	Operacionales	1 vez por año
			B	No transmite movimiento	1	motor no arranca por fusibles secundarios defectuosos o quemados, por presencia de cortocircuito	<ul style="list-style-type: none"> • Evidencias del fallo: luz amarilla de intervención de protecciones, no existe movimiento del sistema. • No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. • se producen un paro de la producción con un costo de afectación de \$540.00 • No existe daños físicos ocasionados por la falla • se requiere cambiar los fusibles de A y hacer una medición de corriente y tensión en un tiempo de 1 hora con un costo de \$16.00 	Operacional	1 vez por año

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 132-3: Hoja de información 4 de clarificador 1

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos			Hoja:4
Realizado por: Jhonnatan Fala			Sistema:CF-PL-CL02 Clarificador 1			De:6		
Parte	N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad	
sistema de transmisión por banda	3	transmitir movimiento a una velocidad de 3550 rpm	B	No transmite movimiento	2	<ul style="list-style-type: none"> corto entre bobinas, fallas del material aislante y el barniz de impregnación • Evidencias del fallo: ruido extraño y fuerte, la luz amarilla de intervención de protecciones se enciende y no existe movimiento del sistema. • No Presenta amenazas a la seguridad ni medio ambiente. • genera una pérdida de producción de \$ 4320.00 por una jornada de paro del equipo. • No existe daños físicos ocasionados por la falla • se requiere hacer un rebobinado del estator del motor, lleva un tiempo de una jornada y un costo de \$850.00 por bobina. 	Operacional	Cada año
					3	<ul style="list-style-type: none"> Falla de rodamientos por desgaste •Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (ventilador o polea) se observa que no hay producto de trabajo. •No presenta amenazas al medio ambiente, ni seguridad a la producción afecta con un impacto por las 3 horas de \$1620.00 •Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar el motor, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 3 horas, por el cambio de rodamiento de la bomba tiene un costo de \$86.00 	Operacional	Cada año
Grupo de agua de maniobra	4	Permitir la regulación de agua para el lavado a una presión de 2 bar	A	Presión menor a 2 bar	1	<ul style="list-style-type: none"> Sellos y empaques desgastados •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 1,5 bar, y goteo de agua • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1620.00 por 2 horas de paro Se requiere cambiar los 10 anillos de lavado 131123013,4 anillos 131123013, 2 anillos 132577175, 2 anillos 100004499, 5 anillos 132618814, 5 anillos 132618818 ,4 anillos 132577175, un sello 132201442, filtro de agua 660 ppm con un costo de \$336.00 	Operacional	Cada 4 años
				B	No llega agua al grupo de maniobra	1	<ul style="list-style-type: none"> Bomba de suministro quemada por falta de agua. •Evidencias del fallo: La bomba a los 10 minutos de estar prendida, y sin presencia de agua caliente los sellos se cristalizan por alta temperatura y luego se sobrecalienta. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad a la producción con \$540.00 •Se debe desconectar la alimentación de electricidad, desmontar la bomba y cambiarla por otra que existe en la bodega de mantenimiento, ver si es recomendable barnizar el motor con un costo de \$35.00 y un tiempo de 3 horas. 	Operacional
			2			<ul style="list-style-type: none"> Rodamientos de la bomba en mal estado •Evidencias del fallo: Ruido fuerte en cualquier lado de la bomba (impulsor o motor) se observa disminución de caudal, y alta temperatura hace endurecer e los rodamientos • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad, con costo de (\$540 perdida) •Se debe desconectar la alimentación de electricidad, sacar la bomba, desmontar componentes y cambiar el rodamiento, revisar el estado del otro rodamiento. La tarea demora 2.5 horas, por el cambio de rodamiento cuesta \$25.00 o en bodega existe una bomba para su reemplazo y lleva 1 hora con un costo de \$6.00 	Operacional	Cada año
3	<ul style="list-style-type: none"> Cavitación en el impulsor • Evidencias del fallo: produce ruido no muy grave, el caudal de agua disminuye. •No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni producción. (\$540 perdida) •Se debe cambiar el impulsor de la bomba, si hay en bodega lleva dos horas, o bodega dispone de 1 bomba adicional como remplazo, tiene un costo de \$50.00 	Operacional	Cada s4 año					

Fuente: (Moubray, 2004 pág. 86)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 133-3: Hoja de información 5 de clarificador 1

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:5		
Parte			Realizado por: Jhonnatan Fala	Sistema:CF-PL-CL02 Clarificador 1		De:6		
N°	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
5	Permitir separar la nata de la leche a 7000rpm, y una presión de 4 bar y sin ruido excesivo	A	Pierde presión por los fangos	1	El anillo aislador y sellos del árbol principal desgastados	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar, se activa una alarma. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$2160.00 por 4 horas de paro •Utilizar llave prensa diafragmas, desmontar la tapa del tazón el eje principal cambiar anillo aislador 131750219, sellos 131974477,132217097 sin auxilio de grasas o aceites con un costo de \$250.00 en un tiempo de 4 hora 	Operacional	Cada 3 años
				2	Fuga mínima por juntas de la válvula del tambor	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar, se activa una alarma. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Quitar el tapón del ciclón, con la correspondiente llave destornillar la válvula, extraer el pistón de la válvula, limpiar válvulas, cambiar los sellos 132211075,132201247, tiene un costo de \$50.00 	Operacional	Cada año
				3	Tambor sucio	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar y suciedad • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Desmontar y limpiar suciedad en las juntas y el pistón móvil, lleva un tiempo de 2 horas con un costo de \$25.00 	Operacional	Cada año
		B	Presión mayor a 4 bar	1	Alta presión de suministro de producto	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión mayor a 4 bar • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción- Revisar aguas arriba, y disminuir la presión de entrada de producto en un tiempo de 5 min 	evidente	Cada año
		C	No se desnata la leche	1	Juntas y anillos de aparato de salida desgastadas	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que casi sale el mismo producto por la descarga • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Cambiar juntas 202817188,202817307,202817505,132206155, y los anillos 132201261,132201249,132201262que tienen un costo \$95.00 y demora dos horas 	Operacional	Cada año
				2	Diafragma del tambor con suciedad	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión menor a 4 bar y suciedad • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Desmontar y lavar suciedad en el diafragma y el pistón móvil, lleva un tiempo de 2 horas con un costo de \$25.00 	Operacional	Cada año
		D	Producto con espuma	1	Presencia de aire por falta de producto	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia en el manómetro una presión mayor a 4 bar • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad ni a la producción- Revisar aguas arriba el motivo porque no hay producto 	evidente	Dos cada año

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 134-3: Hoja de información 6 de clarificador 1.

Empresa:			Área: PL	Fecha:	Revisado por: Ing. César Gallegos	Hoja:6					
Parte			Nº	Función	Falla funcional	Modo de falla	(Efecto de la falla)	Consecuencias	Probabilidad		
Separador tambor, tazón			5	Permitir separar la nata de la leche a 7000rpm, y una presión de 4 bar y sin ruido	E	El tambor no cierra bien	1	Juntas y sellos de la parte deslizante desgastados	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que no se puede cerrar el tambor, existe juego. • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Se requiere cambiar la junta 132201244,y sellos 132201884,132201882,132201829,202822899,202831703 que tiene un costo de \$95.00 	Operacional	Cada 2 años
					F	El tambor no descarga nata	1	Válvula de descarga sucia y orificios de pasaje obstruidos	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que no se sale producto por la válvula de salida de crema • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$540.00 por 1 horas de paro Limpia agujeros y orificios, desmontar válvula del tambor y limpiarla con un costo de \$12.00 	Operacional	Cada año
							2	Electroválvula sucia	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que no se sale producto por la descarga por mal accionamiento de la electroválvula • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$540.00 por 1 horas de paro Verificar si la electroválvula envía agua a la base desmontando el tubo alimentador y limpiarla tiene un costo de \$12.00 	Operacional	Cada año
					G	Ruido excesivo en el tambor	1	Tambor mal montado	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia con un ruido demasiado fuerte y alta vibración • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Montar bien el tambor en un tiempo de dos horas tiene un costo de \$24.00 	Operacional	Cada 3 años
							2	Diafragma y juntas desgastadas del tazón	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que el producto no sale como se espera • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$1080.00 por 2 horas de paro Cambiar diafragma 202831867, juntas 202817078,202817057, sellos 202823076, 202823082, anillos132216483,131974517,131320344 que lleva un tiempo de 2 horas y un costo de \$150.00 	Operacional	Cada 3 años
					H	Gira a menos de 7000 rpm	1	Excentricidad del eje por rodamientos del árbol desgastado.	<ul style="list-style-type: none"> •Se evidencia que el producto no sale como se espera • No presenta amenazas al medio ambiente, seguridad y a la producción afecta con \$3240.00 por 6 horas de paro Cambiar s: rodamiento de bolas con ranura profunda 131901840, 2 rodamientos de bolas con contacto angular 132214147, rodamiento de rodillos esféricos 1314441128.con un precio de \$272.00 	Operacional	Cada 2 años

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

ANEXO G: HOJAS DE DESICIÓN POR SISTEMAS

Tabla 135-3: Hoja de decisión 1 de CL01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala					Área: Generación de vapor GV					Código: CF-GV-CL01	Fecha:10/02/2021	Hoja:1	
			Revisado por: Ing. César Gallegos					Sistema Caldero 1					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	S						Prueba de funcionamiento de la fotocelda: Aflojar la fotocelda, retirar la fotocelda del quemador, cubra la fotocelda, se debe apagar el quemador, vuelva a poner la fotocelda o cambie la fotocelda	12 semanas	Electromecánico	
1	A	2	S	N	N	S	N	S					Apriete de terminales de alimentación eléctrica al quemador: Desconectar la alimentación eléctrica, apretar los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida del relé, medir además parámetros de funcionamiento.	26 semanas	Electromecánico	
1	A	3	S	N	N	S	N	S					Revisión de la calibración de los electrodos. Desmontar el quemador, en la parte del cañón revisar la adaptación de los electrodos, revisar calibrar los electrodos a 6mm de la boquilla.	16 semanas	Electromecánico	
1	B	1	S	S	S	S	N	N	S				Cambio de filtros de combustible. Parar el paso de combustible desde el depósito 2, desajustar la brida de sujeción del filtro, y cambiar filtro	4 semanas		
1	B	2	S	N	N	S	N	N	N				Trabajar al fallo (desmontar la parte del cañón del quemador, desmontar la boquilla de su adaptador, cambiar por una boquilla AR de 45°)		Electromecánico	
2	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Trabajar al fallo (cortar el paso de combustible, desmontar la bomba del quemador y sustituirla por una nueva)		Electromecánico	
3	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Trabajar al fallo (programar la cementación de los refractarios).		Servicio externo	
3	A	2	S	N	N	S	N	S					Lavado y limpieza de los tubos del lado de agua y cuerpo de la caldera. Se llena agua hasta que sobrepase los tubos con agua, se pone agentes químicos de lavado para incrustaciones y se deja reposar por 36 horas, y limpiar los tubos	52 semanas		
3	B	1	S	S			N	S					Purgar los gases de la caldera	Diario	Electromecánico	
4	A	1	S	S			S						Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de agua a la caldera. Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba	16 semanas	Electromecánico	
4	A	2	S	S			N	N	S				Cambio de impeler de la bomba de alimentación de agua. Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	100 semanas	Electromecánico	
4	A	3	S	S			N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de agua. Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 136-3: Hoja de decisión 2 CL01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala					Área: Generación de vapor GV					Código: CF-GV-CL01	Fecha:10/02/2021	Hoja:2	
			Revisado por: Ing. César Gallegos					Sistema Caldero 1					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
5	A	1	S	S			S						Prueba de funcionamiento de la válvula de seguridad: Se debe apagar el quemador, y proceder a realizar pruebas mediante el levantamiento de la palanca cuando la presión este a un 75% de la presión calibrada. (70 PSI), se descarga vapor de 5 a 10 segundos de forma manual.	26 semanas	Electromecánico	
5	B	1	S	N	N	S	N	S					Calibración de la válvula de seguridad: Realizar el calibrado correcto de la válvula mediante una bomba manual de aire o a aire comprimido, y calibrar entre 100 a 120 PSI de activación. y de reposición entre 80 y 100 PSI	52 semanas	Electromecánico	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 137-3: Hoja de decisión 2 LC02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala					Área: Generación de vapor GV					Código: CF-GV-CL02	Fecha:10/02/2021	Hoja:2	
			Revisado por: Ing. César Gallegos					Sistema Caldero 2					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
5	A	1	S	S			S						Prueba de funcionamiento de la válvula de seguridad: Se debe apagar el quemador, y proceder a realizar pruebas mediante el levantamiento de la palanca cuando la presión este a un 75% de la presión calibrada. (70 PSI), se descarga vapor de 5 a 10 segundos de forma manual.	26 semanas	Electromecánico	
5	B	1	S	N	N	S	N	S					Calibración de la válvula de seguridad: Realizar el calibrado correcto de la válvula mediante una bomba manual de aire o a aire comprimido, y calibrar entre 100 a 120 PSI de activación. y de reposición entre 80 y 100 PSI	52 semanas	Electromecánico	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 138-3: Hoja de decisión 1 de CL02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala Revisado por: Ing. César Gallegos						Área: Generación de vapor GV Sistema Caldero 2					Código: CF-GV-CL02	Fecha:10/02/2021	Hoja:1
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	S						Prueba de funcionamiento de la fotocelda: Aflojar la fotocelda, retirar la fotocelda del quemador, cubra la fotocelda, se debe apagar el quemador, vuelva a poner la fotocelda o cambie la fotocelda	12 semanas	Electromecánico	
1	A	2	S	N	N	S	N	S					Apriete de terminales de alimentación: Desconectar la alimentación eléctrica, apretar los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida del relé, medir además parámetros de funcionamiento.	26 semanas	Electromecánico	
1	A	3	S	N	N	S	N	S					Revisión de la calibración de los electrodos. Desmontar el quemador, en la parte del cañón revisar la adaptación de los electrodos, revisar calibrar los electrodos a 6mm de la boquilla.	16 semanas	Electromecánico	
1	B	1	S	S	S	S	N	N	S				Cambio de filtros de combustible. Parar el paso de combustible desde el depósito 2, desajustar la brida de sujeción del filtro, y cambiar filtro	4 semanas		
1	B	2	S	N	N	S	N	N	N				Trabajar al fallo (desmontar la parte del cañón del quemador, desmontar la boquilla de su adaptador, cambiar por una boquilla AR de 45°)		Electromecánico	
2	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Trabajar al fallo (cortar el paso de combustible, desmontar la bomba del quemador y sustituirla por una nueva)		Electromecánico	
3	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Trabajar al fallo (programar la cementación de los refractarios).		Servicio externo	
3	A	2	S	N	N	S	N	S					Lavado y limpieza de los tubos del lado de agua. Se llena agua hasta que sobrepase los tubos con agua, se pone agentes químicos de lavado para incrustaciones y se deja reposar por 36 horas, y limpiar los tubos	52 semanas		
3	B	1	S	S			N	S					Purgar los gases de la caldera	Diario	Electromecánico	
4	A	1	S	S			S						Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de agua a la caldera. Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba	16 semanas	Electromecánico	
4	A	2	S	S			N	N	S				Cambio del impeler de la bomba de alimentación de agua. Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	100 semanas	Electromecánico	
4	A	3	S	S			N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de agua. Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 139-3: Hoja de decisión 1 de AC01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala						Área: Generación de vapor GV						Código: CF-GV-AC01	Fecha:10/02/2021	Hoja:1
			Revisado por: Ing. César Gallegos						Sistema: Alimentación de combustible						Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
1	A	1	S	N	S		S						Prueba de funcionamiento del sensor de nivel: Comprobar el funcionamiento mediante la manipulación del sensor moviéndole de posición vertical arriba y abajo por cinco repeticiones, si en una de estas no apaga o no prende la bomba cambie el sensor de nivel de combustible del depósito 2.	26 semanas	Electromecánico		
1	A	2	S	N	S		N	S					Revisión del estado de los cables y sensor de nivel: Comprobar que el cable del sensor de nivel no presente grietas por cristalización, y manipular el sensor moviéndole de posición vertical arriba y abajo por cinco repeticiones, si en una de estas no apaga o no prende la bomba cambie el sensor de nivel de combustible del depósito 2.	26 semanas	Electromecánico		
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba: Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
1	B	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler)		Electromecánico		
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Limpieza de la línea de succión: Se debe desmontar el ducto de succión sacarlo y limpiar la válvula filtro o válvula de pie, y otra vez montarlo.	52 semanas	Electromecánico		
1	B	4	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de agua. Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
1	C	1	S	N	N	S	N	S					Mantenimiento de bomba: Desmontar la bomba llevar al taller de mantenimiento, desmontar partes, revisar el estado de los componentes, limpiar, y montar componentes con el ajuste de torque debido. (caso que se requiera cambiar componentes)	150 semanas	Electromecánico		
1	C	2	S	N	N	S	S						Prueba de funcionamiento del sensor del depósito principal: Comprobar el funcionamiento mediante la manipulación del sensor moviéndole de posición vertical arriba y abajo por cinco repeticiones, si en una de estas no apaga o no prende la bomba cambie el sensor de nivel de combustible del depósito 1	52 semanas			
1	C	3	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (cortar el paso de combustible, desmontar la bomba y la tubería de succión, sacar elemento que obstruye de la bomba, revisar la válvula de pie si es necesario cambiarla)	16 semanas	Electromecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 140-3: Hoja de decisión 2 de AC01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala					Área: Generación de vapor GV					Código: CF-GV-AC01	Fecha:10/02/2021	Hoja:2	
			Revisado por: Ing. César Gallegos					Sistema: Alimentación de combustible					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
2	A	1	S	N	N	S	N	S					Revisión del estado del depósito 1: Comprobar que no exista corrosión en cualquier parte del tanque, en el caso de existir una identificarla y programar la soldadura correspondiente o si existe descascara miento de la pintura pintar el depósito	52 semanas	Electromecánico	
3	A	1	S	N	N	S	N	S					Limpieza del depósito 1: Se procede a la limpieza del depósito 1, para el cual se debe contar con un tanque auxiliar de vaciado, con el mismo combustible se lava el depósito, utilizar espátula para remover sedimentos.	52 semanas	Electromecánico	
4	A	1	S	N	N	S	N	S					Revisión del estado del depósito 2: Comprobar que no exista corrosión en cualquier parte del tanque, en el caso de existir una identificarla y programar la soldadura correspondiente o si existe descascara miento de la pintura pintar el depósito	52 semanas	Electromecánico	
5	A	1	S	N	N	S	N	S					Limpieza del depósito 2: Se procede a la limpieza del depósito 1, para el cual se debe contar con un tanque auxiliar de vaciado, con el mismo combustible se lava el depósito, utilizar espátula para remover sedimentos.	52 semanas	Electromecánico	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 141-3: Hoja de decisión 1 del Homogeneizador HM01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Sistema: Homogeneizador HM02							Área: Producción de leche					Realizado por: Jhonnatan Fala	Fecha: 14/01/2021	Hoja:1
			Subsistema:							Código del sistema: CF-PL-HM01					Revisado por: Ing. César Gallegos	Fecha: 14/01/2021	De:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
1	A	1	S	N	N	S	N	N-	S-				Cambio de empaquetaduras CH236177, desmontar la parte del grupo de bombeo y cambiar los retenedores del pistón de bombeo.	575 horas	Técnico mecánico		
1	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de cabeza de pistón bombeante, desmontar el grupo de bombeo, cambiar el pistón bombeante de producto.	2000 horas	Técnico mecánico		
1	B	1	S	N	N	S	N	S					Hacer una prueba de funcionamiento, verificar su estado o cambio del selector de presión, interrumpir la entrada de aire para realizar su cambio. (control del sistema neumático)	2000 horas	Técnico mecánico		
2	A	1	S	N	N	S	N	S.	.				Tensar la banda por medio del perno c y verificar que altura del perno tensor sea de 74 mm	2000 horas	Técnico mecánico		
2	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de banda, aflojar el perno tensor c y la contratuerca para sacar banda vieja y poner la nueva banda	12000 horas	Técnico mecánico		
2	B	1	S	N	N	S	N	S	-				Control de fusibles y verificación de fases, primero desenergizar la máquina, inspeccionar el cableado y recomendar una inspección termográfica (control eléctrico del sistema)	575 horas	Técnico eléctrico		
2	B	2	S	N	N	S	N	S	-				Trabaja al fallo, en el caso de ser factible realizar un rebobinado de bobinas de estator, desmontar las tapas del motor, rotor, limpiar el motor y realizar el rebobinado (externo)	Trabajar al fallo	Técnico mecánico		
3	A	1	N	-	-	-	N	S					se requiere hacer un cambio de aceite del sistema de lubricación, abrir los pernos s del cuerpo de la bomba, por el punto de purga vaciar el aceite, y por el punto de lubricación B rellenar 28 litros de aceite. Tamoil EP 150.	2 000 horas	Técnico mecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 142-3: Hoja de decisión 2 del Homogenizador HM01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Sistema:							Área:				Realizado por:	Fecha:	Hoja:
			Subsistema:							Código del sistema CF-PL-HM01				Revisado por:	Fecha:	De:
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
3	B	1	S	N	N	S	S	-					Inspección del tensado de la banda (se requiere verificar la alineación de las caras de la polea y el tensado de la banda y aflojar perno tensor para que pueda existir movimiento)	2000 horas	Técnico mecánico	
4	A	1	N	-	-	-	N	N	N	N	N		Trabaja al fallo, cambio de la biela de pistón de la bomba, se procede a desmontar el grupo de bombeo y realizar el cambio.	Trabajar al fallo	Técnico mecánico	
4	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambiar anillos desgastados del pistón de la bomba, desmontar el cuerpo de la bomba, biela y pistón, sacar los anillos y cambiarlos, (anillos 001.05620, anillo 008.0027)	4000 horas	Técnico mecánico	
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S				Cambio de empaque de la válvula de homogenización, se procede a desmontar la válvula y aflojar las bridas de sujeción y cambiar el empaque	4000 horas	Técnico mecánico	
5	A	2	N	-	-	-	N	N	S				Cambio de cabeza de pistón bombeante de producto desgastada, se procede a desmontar la cabeza de la válvula, aflojar pernos de la brida y realizar el cambio	4000 horas	Técnico mecánico	
5	B	1	S	N	N	S	N	S					Realizar una purga de aire de la válvula en una frecuencia periódica, desmontar la tapa y realizar un llenado de producto	100 horas	Técnico mecánico	
5	B	2	S	N	N	S	N	S					se requiere inspeccionar el circuito neumático y alimentar el aire, se procede a ver si está activado el selector de entrada de aire, luego si no está se activa para permitir el paso de aire	2000 horas	Técnico mecánico	
6	A	1	N	-	-	-	N	N	N				Trabajo al fallo, cambio de regulador de presión, se procede a desenergizar la maquina desmontar la entrada de agua, se afloja los pernos de sujeción y se cambia el regulador. (agua)	Trabajo al fallo	Técnico mecánico	
7	A	1	S	N	N	S	N	S	-				Limpieza del sistema de los ductos del sistema de lubricación. se procede a desmontar las cañerías y puntos de purga del sistema oleo neumático, y realizar su limpieza	12000 horas	Técnico mecánico	
8	A	1	N	-	-	-	N	N	N				Trabajo al fallo (cambio de regulador de presión desmontar la entrada de aire, se afloja los pernos de sujeción y se cambia el regulador de aire)	Trabajo al fallo	Técnico mecánico	

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 143-3: Hoja de decisión 1 de PZ02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala							Área: Generación de vapor PL					Código: CF-GV-PZ02	Fecha:10/02/2021	Hoja:2
			Revisado por: Ing. César Gallegos							Sistema:					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba: Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150 semanas	Electromecánico		
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de leche 1 Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
1	B	1	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 1. Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba: Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
2	A	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150	Electromecánico		
2	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de leche 2 Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
2	B	3	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
2	B	2	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 2 Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 144-3: Hoja de decisión 2 de PZ02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala							Área: Generación de vapor PL					Código: CF-GV-PZ02	Fecha:10/02/2021	Hoja:2
			Revisado por: Ing. César Gallegos							Sistema:					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de agua caliente Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
3	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba de agua caliente Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
3	A	3	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150 semanas	Electromecánico		
3	B	2	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de lavado de agua caliente Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
3	B	3	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 1. Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba: Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
2	A	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150 semanas	Electromecánico		
2	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de leche 2 Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
2	B	3	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
2	B	2	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 2	26 semanas	Electromecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 145-3: Hoja de decisión 1 de PZ01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala							Área: Generación de vapor PL					Código: CF-GV-PZ01	Fecha:10/02/2021	Hoja:2
			Revisado por: Ing. César Gallegos							Sistema:					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba: Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150 semanas	Electromecánico		
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de leche 1 Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
1	B	1	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 1. Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba: Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
2	A	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150	Electromecánico		
2	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de leche 2 Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
2	B	3	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
2	B	2	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 2 Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 146-3: Hoja de decisión 2 de PZ01

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala							Área: Generación de vapor PL					Código: CF-GV-PZ01	Fecha:10/02/2021	Hoja:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de agua caliente Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
3	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba de agua caliente Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
3	A	3	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150 semanas	Electromecánico		
3	B	2	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de lavado de agua caliente Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
3	B	3	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 1. Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida de la bomba, y verificación del funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución del sello mecánico de la bomba: Asegurarse del apagado de la bomba, interrumpir el paso de combustible, desmontar en la parte de la salida de combustible y cambiar sello.	52 semanas	Electromecánico		
2	A	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N		Trabajar al fallo (desmontar la bomba, llevar al taller de mantenimiento, desmontar parte de impulsión y cambiar el impeler) (mantenimiento a la bomba)	150 semanas	Electromecánico		
2	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos de la bomba de alimentación de leche 2 Se requiere desmontar la bomba, desmontar componentes y cambiar el impulsor de la bomba	75 semanas	Electromecánico		
2	B	3	S	N	N	S	S						Se propone realizar pruebas de funcionamiento al sensor de producto o en caso de ser necesario cambiarlo.	100 semanas	Electromecánico		
2	B	2	S	N	N	S	N	S					Medir parámetros de funcionamiento eléctrico en la bomba de alimentación de leche 2	26 semanas	Electromecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 147-3: Hoja de decisión 1 de CR02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala							Área: Producción de leche					Código: CF-PL-CR02	Fecha:10/02/2021	Hoja:2
			Revisado por: Ing. César Gallegos							Sistema:					Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos del motor principal Se requiere desmontar el motor, destornillar brida, llevar el motor al taller, desmontar sus componentes, y cambiar de rodamiento dañado en casos mas recurrentes es el rodamiento del lado de la transmisión	100 semanas	Electromecánico		
1	A	2	S	N	N	S	N	S					Alineación de motor y acople de la caja de engranajes. Asegurarse que todos los tornillos de la brida estén en buen estado, y antes revisar si alguno de estos estuvo flojo.	75 semanas	Electromecánico		
1	A	3	S	N	N	S	N	S					Revisión de pernos de sujeción de la brida de acople principal. Comprobar si no están flojos, su estado, en caso de estar degradados se requiere cambiar de pernos por unos nuevos	25 semanas	Electromecánico		
1	A	4	S	N	N	S	S						Análisis de vibraciones. Se recomienda realizar un análisis de vibraciones para evitar el evento	25 semanas	Externo		
1	A	5	S	N	N	S	S						Análisis de vibraciones. Se recomienda realizar un análisis de vibraciones para evitar el evento	25 semanas	Externo		
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos del motor principal Se requiere desmontar el motor, destornillar brida, llevar el motor al taller, desmontar sus componentes, y cambiar de rodamiento dañado en casos más recurrentes es el rodamiento del lado de la transmisión	100 semanas	Electromecánico		
1	B	2	S	N	N	S	S						Medir parámetros de funcionamiento eléctrico del motor principal Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida del motor, verificación el funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Ajuste de terminales y medir parámetros de funcionamiento eléctrico del motor principal Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida del motor,	26 semanas	Electromecánico		
1	B	4	S	N	N	S	N	S					Comprobar el funcionamiento de aparatos de protección Comprobar el ajuste a los terminales de las protecciones, en caso de ser necesario cambiar de protecciones.	26 semanas	Electromecánico		
1	B	5	S	N	N	S	S						Medir parámetros de funcionamiento eléctrico del motor principal Comprobar que el bimetalico sea dimensionado a 1.25 de su I nominal	26 semanas	Electromecánico		
1	B	6	S	N	N	S	N	S					Comprobar el ajuste a los terminales de alimentación del motor. En el caso de sulfatación de las terminales se requiere limpiar y de ser necesario cambiar de terminales	26 semanas	Electromecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

Tabla 148-3: Hoja de decisión 1 de CR02

Hoja de trabajo de decisión RCM			Realizado por: Jhonnatan Fala						Área: Producción de leche						Código: CF-PL-CR02	Fecha:10/02/2021	Hoja:2
			Revisado por: Ing. César Gallegos						Sistema:						Subsistema:	Fecha: 10/02/2021	De:2
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"				Tareas propuestas	Frecuencia inicial	A realizar por:	
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
2	A	1	S	N	N	N	N	S					Limpieza del motor principal Se necesita de equipo neumático para la limpieza, materiales de limpieza(waipe).	100 semanas	Electromecánico		
1	A	2	S	N	N	S	N	S					Alineación de motor y acople de la caja de engranajes. Asegurarse que todos los tornillos de la brida estén en buen estado, y antes revisar si alguno de estos estuvo flojo.	75 semanas	Electromecánico		
1	A	3	S	N	N	S	N	S					Revisión de pernos de sujeción de la brida de acople principal. Comprobar si no están flojos, su estado, en caso de estar degradados se requiere cambiar de pernos por unos nuevos	25 semanas	Electromecánico		
1	A	4	S	N	N	S	S						Análisis de vibraciones. Se recomienda realizar un análisis de vibraciones para evitar el evento	25 semanas	Externo		
1	A	5	S	N	N	S	S						Análisis de vibraciones. Se recomienda realizar un análisis de vibraciones para evitar el evento	25 semanas	Externo		
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodamientos del motor principal Se requiere desmontar el motor, destornillar brida, llevar el motor al taller, desmontar sus componentes, y cambiar de rodamiento dañado en casos más recurrentes es el rodamiento del lado de la transmisión	100 semanas	Electromecánico		
1	B	2	S	N	N	S	S						Medir parámetros de funcionamiento eléctrico del motor principal Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida del motor, verificación el funcionamiento de aparatos de maniobra	26 semanas	Electromecánico		
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Ajuste de terminales y medir parámetros de funcionamiento eléctrico del motor principal Desconectar la alimentación eléctrica, medir en los terminales de alimentación, y terminales en la entrada y salida del motor,	26 semanas	Electromecánico		
1	B	4	S	N	N	S	N	S					Comprobar el funcionamiento de aparatos de protección Comprobar el ajuste a los terminales de las protecciones, en caso de ser necesario cambiar de protecciones.	26 semanas	Electromecánico		
1	B	5	S	N	N	S	S						Medir parámetros de funcionamiento eléctrico del motor principal Comprobar que el bimetalico sea dimensionado a 1.25 de su I nominal	26 semanas	Electromecánico		
1	B	6	S	N	N	S	N	S					Comprobar el ajuste a los terminales de alimentación del motor. En el caso de sulfatación de las terminales se requiere limpiar y de ser necesario cambiar de terminales	26 semanas	Electromecánico		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio, 2021

ANEXO H: ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS

Tabla 30-3: Hoja 3 de criticidad de repuestos

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS BASADOS EN CONFIABILIDAD RCC		Frecuencia					Consecuencia										Posición en la matriz		Críticidad total por riesgo RCC=F*C
		Frecuencias de repuestos					Impacto a la logística (1jornada = 8 horas)					Impacto al negocio					Frecuencia (F)	Consecuencias (C)	
		Muy pobre: más de 6 fallas al año	Pobre: Mayor a 5 fallos al año	Promedio: [3-4] fallos al año	Bueno: [1- 2] fallos al año	Excelente: menos de 1 fallos al año	Mas de 4 jornadas de trabajo	Entre 2 y 3 jornadas de trabajo	Entre 8 a 16 horas	Entre: 5 a 8- horas	Entre : 1 a 5 horas	Costo mayor a 3000 (USD)	Costo entre: 1500 y 30000	Costo entre 1000 y 1500 (USD)	Costo entre500 y 1000(USD)	Costo inferior a 500 (USD)			
5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	F	C	Críticidad		
Código	Modo de fallo / repuesto																		
AC01	2A1 Electrodo 7018 fuga				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	4A1 Electrodo 6011 fuga				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
HM01	1A1 Empaquetaduras CH desgastado			X						X		X			2	3	Media criticidad		
	1A2 Pistón bombeante desgastado			X	X						X				2	5	Muy alta criticidad		
	1B1 Selector de presión desgastado				X					X				X	1	1	Baja criticidad		
	2A1 Regulador de presión fisurado				X					X				X	1	1	Baja criticidad		
	3A2 Banda rota o en mal estado			X						X		X			2	2	Baja criticidad		
	3B1 Fusibles quemados				X					X				X	1	1	Baja criticidad		
	3B3 Rodamiento motor principal malo				X							X			1	4	Alta criticidad		
	4A1 Cambio de aceite por mal estado			X						X		X			2	3	Media criticidad		
	6A1 biela de la bomba fisurada			X	X					X	X				2	5	Muy alta criticidad		
	6A2 anillos del pistón desgastados				X					X	X				1	5	Alta criticidad		
	7A1 empaques OR cristalizados			X						X				X	2	1	Baja criticidad		
	7A2 empaque de válvula cristalizado			X						X			X		2	2	Baja criticidad		
	7B1 regulador presión agua fisurado				X					X				X	1	1	Baja criticidad		
	8A1 regulador presión aire fisurado				X					X				X	1	1	Baja criticidad		
PZ02	1A1 sello mecánico bomba 1 cristalizado			X						X				X	2	1	Baja criticidad		
	1A2 Impulsor bomba 1				X					X				X	1	1	Baja criticidad		
	1A3 Rodamientos bomba 1			X						X				X	2	1	Baja criticidad		
	2A1 Sello bomba 2 cristalizado			X						X				x	2	1	Baja criticidad		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 31-3: Hoja 4 de criticidad de repuestos

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS BASADOS EN CONFIABILIDAD RCC		Frecuencia					Consecuencia					Posición en la matriz		Criticidad total por riesgo RCC=F*C					
		Frecuencias de repuestos					Impacto a la logística (1 jornada = 8 horas)			Impacto al negocio		Frecuencia (F)	Consecuencias (C)						
		Muy pobre: más de 6 fallos al año	Pobre: Mayor a 5 fallos al año	Promedio: [3-4] fallos al año	Bueno: [1- 2] fallos al año	Excelente: menos de 1 fallos al año	Mas de 4 jornadas de trabajo	Entre 2 y 3 jornadas de trabajo	Entre 8 a 16 horas	Entre: 4 a 8- horas	Entre : 1 a 4 horas				Costo mayor a 3000 (USD)	Costo entre: 1500 y 30000	Costo entre 1000 y 1500 (USD)	Costo entre500 y 1000(USD)	Costo inferior a 500 (USD)
Ponderación de los factores		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	F	C	Criticidad
Código	Modo de fallo / repuesto																		
PZ02	2A2 Impulsor bomba leche 2				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	2A3 Rodamiento bomba leche 2			X						X					X	2	1	Baja criticidad	
	3A1 Rodamientos bomba de agua 1				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	3A2 Sellos bomba agua 1 cristalizado				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	3A3 Impulsor bomba agua 1				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	4A2 Impulsor bomba agua 2				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	4A3 Sello mecánico bomba agua 2			X						X					X	2	1	Baja criticidad	
	4A4 Rodamientos bomba agua 2			X						X					X	2	1	Baja criticidad	
	5A1 Intercambiador 1				X				X						X	1	2	Baja criticidad	
	6A1 Intercambiador 2				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
7A1 Intercambiador 3				X					X					X	1	1	Baja criticidad		
CR02	1A1 Rodamientos del motor principal			X					X						X	2	2	Baja criticidad	
	1B5 Bimetálico motor principal				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	1B6 Terminales del motor principal				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	2A2 Ventilador del motor principal				X					X					X	1	1	Baja criticidad	
	2A3 Par de rodamientos motor principal			X						X					X	2	1	Baja criticidad	
	3A1 Corona sin fin				X			X					X			1	3	Media criticidad	
	3A2 Aceite			X				X					X			2	3	Media criticidad	
	3B1 Engranaje sin fin				X			X					X			1	3	Media criticidad	
3B2 Cojinetes del árbol vertical			X				X					X			2	3	Media criticidad		

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 32-3: Hoja 5 de criticidad de repuestos

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS BASADOS EN CONFIABILIDAD RCC		Frecuencia					Consecuencia										Posición en la matriz		Críticidad total por riesgo RCC=F*C
		Frecuencias de repuestos					Impacto a la logística (1jornada = 8 horas)					Impacto al negocio					Frecuencia (F)	Consecuencias (C)	
		Muy pobre: más de 6 fallas al año	Pobre: Mayor a 5 fallos al año	Promedio: [3-4] fallos al año	Bueno: [1- 2] fallos al año	Excelente: menos de 1 fallos al año	Mas de 4 jornadas de trabajo	Entre 2 y 3 jornadas de trabajo	Entre 8 a 16 horas	Entre: 4 a 8- horas	Entre: 1 a 4 horas	Costo mayor a 3000 (USD)	Costo entre: 1500 y 30000	Costo entre 1000 y 1500 (USD)	Costo entre500 y 1000(USD)	Costo inferior a 500 (USD)			
Ponderación de los factores		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	F	C	Críticidad
Código	Modo de fallo / repuesto																		
CR02	3B3 Cojinetes del árbol horizontal.				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	4A1 Membrana de grupo maniobra				X				X					X			2	1	Baja criticidad
	4B2 Rodamientos bomba de agua					X			X					X			1	1	Baja criticidad
	4B3 Impulsor bomba de agua					X			X					X			1	1	Baja criticidad
	5A1 Juntas de goma del tambor				X			X						X			2	3	Media criticidad
	5A2 Juntas de válvula cristalizado				X			X						X			2	3	Media criticidad
	5C1 Juntas de salida cristalizado				X			X						X			2	3	Media criticidad
	5C2 Juntas de llave cristalizado					X		X						X			1	3	Media criticidad
	5E1 Junta de pistón móvil cristalizado					X		X						X			1	3	Media criticidad
5G2 Diafragma desgastado					X		X						X			1	3	Media criticidad	
PZ01	1A1 sello mecánico bomba 1 cristalizado				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	1A2 Impulsor bomba 1 cavitación				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	1A3 Rodamientos bomba 1				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	2A1 Sello bomba 2 cristalizado				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	2A2 Impulsor bomba leche 2				X									X			2	2	Baja criticidad
	2A3 Rodamiento bomba leche 2				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	3A1 Rodamientos bomba de agua 1				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	3A2 Sellos bomba agua 1 cristalizado				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	3A3 Impulsor bomba agua 1				X				X					X			2	2	Baja criticidad
	4A2 Impulsor bomba agua 2				X				X					X			2	2	Baja criticidad

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021

Tabla 33-3: Hoja 6 de criticidad de repuestos.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTOS BASADOS EN CONFIABILIDAD RCC		Frecuencia					Consecuencia					Posición en la matriz		Críticidad total por riesgo RCC=F*C					
		Frecuencias de repuestos					Impacto a la logística (1jornada = 8 horas)			Impacto al negocio		Frecuencia (F)	Consecuencias (C)						
		Muy pobre: más de 6 fallos al año	Pobre: Mayor a 5 fallos al año	Promedio: [3-4] fallos al año	Bueno: [1- 2] fallos al año	Excelente: menos de 1 fallos al año	Mas de 4 jornadas de trabajo	Entre 2 y 3 jornadas de trabajo	Entre 8 a 16 horas	Entre: 5 a 8- horas	Entre : 1 a 5 horas				Costo mayor a 3000 (USD)	Costo entre: 1500 y 30000	Costo entre 1000 y 1500 (USD)	Costo entre500 y 1000(USD)	Costo inferior a 500 (USD)
Ponderación de los factores		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	F	C	Críticidad
Código	Modo de fallo / repuesto																		
PZ01	4A3	Sello mecánico bomba agua 2				X					X					X	2	1	Baja criticidad
	4A4	Rodamientos bomba agua 2				X					X					X	2	1	Baja criticidad
	5A1	Intercambiador 1 quemado					X								X		1	2	Baja criticidad
	6A1	Intercambiador 2 quemado				X					X				X		1	2	Baja criticidad
	7A1	Intercambiador 3 quemado				X					X				X		1	2	Baja criticidad
CR01	1A1	Rodamientos del motor principal				X			X					X			1	3	Media criticidad
	1B5	Bimetálico motor principal				X					X			X			1	2	Baja criticidad
	1B6	Terminales del motor principal				X					X			X			1	2	Baja criticidad
	2A2	Ventilador del motor principal				X			X					X			1	3	Media criticidad
	2A3	Par de rodamientos motor principal				X			X					X			2	3	Media criticidad
	3A2	Banda plana rota				X			X					X			1	3	Media criticidad
	4A1	anillos y sellos desgastados				X			X					X			1	3	Media criticidad
	4B2	Rodamientos de bomba de agua				X					X			X			1	2	Baja criticidad
	4B3	Impulsor de bomba de agua				X					X			X			1	2	Baja criticidad
	5A1	Anillo aislador del eje principal				X			X					X			1	4	Alta criticidad
	5A2	juntas de válvula cristalizados				X			X					X			2	4	Alta criticidad
	5C1	juntas de salida cristalizados				X			X					X			2	4	Alta criticidad
	5E1	Junta de la parte deslizante				X			X					X			1	4	Alta criticidad
	5G2	Diafragma gastado				X			X					X			1	4	Alta criticidad
	5H1	Rodamientos de árbol principal				X			X					X			1	4	Alta criticidad

Fuente: (Campo Fino, 2021)

Realizado por: Fala León, Jhonnatan Patricio,2021