



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA**

MONOGRAFIA

Para Optar Al Título De Ingeniero Mecánico

TEMA:

Elaboración del plan de operación y mantenimiento de la planta de alimentos ubicada en el laboratorio de operaciones unitarias pertenecientes a la F.I.Q- UNI

AUTORES:

Br. Carlos Fernando Martínez Herrera

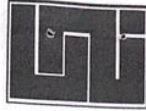
Br. Jerit David Chavarría Pineda

Br. Víctor Manuel Villegas Jiménez

TUTOR:

Ing. Mario de Jesús García

Managua, 24 de agosto 2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

MARTINEZ HERRERA CARLOS FERNANDO

Carne: **2016-0292U** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

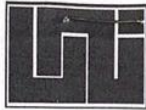
Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de abril del año dos mil veinte y uno.

Atentamente,



Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

CHAVARRIA PINEDA JERIT DAVID

Carne: **2016-0129U** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de abril del año dos mil veinte y uno.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

VILLEGAS JIMENEZ VICTOR MANUEL

Carne: **2016-0625U** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los siete días del mes de junio del año dos mil veinte y uno.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





DECANATURA

Managua, 21 de junio de 2021

Brs. Carlos Fernando Martínez Herrera
Jerit David Chavarría Pineda
Víctor Manuel Villegas Jiménez

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **Elaboración del Plan de Operación y Mantenimiento de la Planta de Alimentos ubicada en el Laboratorio de Operaciones Unitarias perteneciente a la F.I.Q-UNI**, para obtener el título de **Ingeniero Mecánico** y que contará con el **MSc. Mario de Jesús García** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,




MSc. Lester Antonio Artola Chavarría
Decano

Managua 27 de may. de 22

Ing. Luis Alberto Chavarría Valverde
Decano de la FTI
Su despacho

Estimado Ing. Chavarría:

Por este medio le informo que el tema monográfico "Elaboración del Plan de Operación y Mantenimiento de la Planta de alimentos ubicada en el laboratorio de Operaciones Unitarias perteneciente a la FIQ-UNI. Se encuentra listo para su presentación y defensa ante el jurado que Ud designe para este fin.

Sin otro particular me despido de UD.

Atentamente


Master Ing. Mario de Jesús García
Tutor de la Monografía



Managua, 10 de Mayo 2021

Ing. Glenda Velasquez Vargas
Vicedecana FTI

Cordiales saludos.

Sirva la presente para informar que a solicitud del Ing. Mario Garcia se permitió a partir del 22 de Abril la permanencia y el acceso al área de caldera y de las plantas de alimentos en el laboratorio de operaciones unitarias de la FIQ a tres estudiantes de la FTI para que realicen su trabajo de monografía con la tutoría del Ing. Garcia.

Nombre	Cedula	Carnet UNI
Jerit David Chavarria Pineda	001-290199-0006F	2016-0129U
Victor Manuel Villegas Jimenez	081-120698-1007L	2016-0625U
Carlos Fernando Martinez Herrera	447-270698-1000B	2016-0292U

Agradeciendo su gentil atención, me despido.

Atte.



Ing. Ernesto J. Acevedo López
Coordinador de Extensión FIQ

Cc: Ing. Mario Garcia, tutor
Archivo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por las bendiciones que nos ha dado, por brindarnos salud día con día para terminar este proyecto.

A nuestros padres por siempre apoyarnos en todo momento, tanto en lo económico como en lo moral, haciendo que fuera posible poder culminar nuestros estudios de una manera grata, por todos sus consejos, la confianza que pusieron en nosotros y el amor incondicional.

A cada una de las autoridades de la Facultad de Ingeniería Química por brindarnos la facilidad de acceso a sus instalaciones y realizar este proyecto.

A nuestro tutor, Mario de Jesús García por habernos guiado durante la ejecución de la monografía, por las correcciones y sus ideas que ayudaron a concretar de manera efectiva esta monografía.

También agradecemos al Ing. Darwing Figueroa por su tiempo y apoyo con su gran experiencia en el área de mantenimiento para darnos una directriz en el proceso de la elaboración de este documento

RESUMEN

En el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química, ubicado en las instalaciones del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería, se encuentran tres plantas pilotos: una de Cárnicos, una de Procesamiento de Vegetales y otra de Productos lácteos, siendo el Laboratorio de Productos Lácteos en donde se realizará un estudio en el cual consistirá en crear un Manual de Operación y Mantenimiento de sus equipos.

En la planta de lácteos no existe un manual que garantice a los operadores (en este caso a los profesores y estudiantes) que al momento de leerlo o estudiarlo puedan tener la capacidad de poder operar los equipos sin dificultad alguna y facilitar el aprendizaje en sus prácticas.

En la Institución no hay encargados de resolver los problemas de las máquinas y no le dan seguimiento programado en el mantenimiento a todo el sistema de producción, ya que tampoco cuenta con un manual de mantenimiento

Debido a esta situación desarrollamos un manual que dirija a las personas encargadas de este laboratorio para realizar su debida operación y mantenimiento a estos equipos.

La planta no cuenta con una sección de herramientas y repuestos para corregir pequeños desperfectos ya que carece de personal que se encargue de estas tareas.

Un Manual de Operación y de mantenimiento, están relacionados muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, operar de manera eficiente los equipos de trabajo lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

De igual manera se presenta una serie de oportunidades de mejoras en las posibles incidencias que se pueden presentar, ya sea por vulnerabilidad de las actividades que se ejecutan en el proceso, y/o por riesgos que no dependen de la organización.

ÍNDICE

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	2
III.	Planteamiento del problema	3
IV.	Justificación	4
V.	Objetivos	5
	Objetivo general:.....	5
	Objetivos específicos:	5
VI.	Capítulo I. Manual de procedimientos para el laboratorio	7
6.1.	Planeación de procesos.	7
6.1.1.	Producción y operaciones.....	7
6.1.2.	Introducción.....	7
6.1.3.	Propuesta de manual de procedimientos para el área de producción de productos lácteos del laboratorio de alimentos de la facultad de ingeniería química.	8
6.1.4.	Muestreo de leche	9
6.1.9.	Conclusiones:	14
VII.	Capítulo II. Análisis de la situación actual de la planta	16
7.1.	Situación actual.....	16
7.2.	Sistema de mantenimiento para equipos del laboratorio	16
7.3.	Organigrama funcional del laboratorio.....	17
7.4.	Análisis para incluir el mantenimiento en el organigrama recomendado.....	17
7.5.	Codificación de las máquinas	18
7.6.	Listado de máquinas	18
7.6.1.	Pasteurizador de 4 placas.....	19
7.6.2.	Homogeneizador.....	20
7.6.3.	Bomba de agua caliente.....	21
7.6.4.	Bomba de leche	22
7.6.5.	Intercambiador de placas	22
7.6.6.	Unidad de refrigeración	23
7.6.7.	Yogurtera.....	23
7.6.8.	Quesera	24
7.6.9.	Tableros de control de los equipos	25

7.7. Inspección y diagnóstico de las máquinas	31
7.8. Historial de averías	34
7.9. Hoja de vida de los equipos.	35
7.10. Conclusión.....	39
VIII. Capítulo 3. Plan de mantenimiento.....	41
8.1. Planeación del mantenimiento	41
8.2. Planeación de actividades de mantenimiento	42
8.3. Plan de mantenimiento.....	43
8.4. Formas de elaborar un plan de mantenimiento	45
8.5. Documentación técnica:.....	46
8.6. Plan de mantenimiento de industrial.....	47
8.7. Ficha técnica de la maquinaria.....	47
8.7.1 Unidad de refrigeración.....	48
8.7.2. Homogeneizador	49
8.7.3. Bomba centrífuga de alimentación.....	50
8.7.4. Bomba centrífuga de agua caliente	51
8.7.5. Motorreductor Quesera	52
8.7.6. Motor 1.1 kW	53
8.8. Seccionamiento de áreas	53
8.9. Determinación del tipo de mantenimiento por la línea de producción.	55
8.9. Costo de los repuestos de sistemas electrónicos habitualmente es alto.	56
8.10. Calendario de mantenimiento	56
8.11. Formato calendario de mantenimiento de equipos de la planta procesadora de lácteos.	57
8.12. Gamas de mantenimiento.....	59
8.13. Inspección de mantenimiento trimestral	60
8.14. Instrucciones de mantenimiento de Homogenizador.....	65
8.15. Mantenimiento ordinario motorreductores.	67
9.1. Datos financieros del plan de mantenimiento preventivo.....	69
9.2. Costo de aplicación del proyecto.	69
9.3. Contratación del encargado de mantenimiento.....	69
9.4. Costos.....	70
9.6. Costo del presupuesto de materiales para mantenimiento	72

9.7. Análisis de presupuesto de materiales	73
9.8. Conclusiones	74
9.9. Recomendaciones	75
Bibliografía.....	76

Tabla 1. Pulsadores y selectores del tablero de control del pasteurizador	26
Tabla 2. Pulsadores y selectores del tablero de control del homogeneizador.	27
Tabla 3. Pulsadores y selectores de tablero de control de yogurtera.....	28
Tabla 4. Pulsadores y selectores tablero de control de tanque agitador marmita de queso..	30
Tabla 5. Inspección y diagnóstico Yogurtera	31
Tabla 6. Inspección y diagnóstico Homogeneizador.....	32
Tabla 7. Inspección y diagnóstico bomba de leche	32
Tabla 8. Inspección y diagnóstico Bomba de agua	32
Tabla 9. Inspección y diagnóstico intercambiador de placas	33
Tabla 10. Inspección y diagnóstico Motorreductor Yogurtera.....	33
Tabla 11. Inspección y diagnóstico Quesera	33
Tabla 12. Formato hoja de vida bomba centrífuga de agua caliente	35
Tabla 13. Formato de hoja de vida Bomba centrífuga de alimentación.....	36
Tabla 14. Formato hoja de vida unidad homogeneizadora.....	37
Tabla 15. Formato hoja de vida Unidad de Refrigeración	38
Tabla 16. Ficha técnica unidad de refrigeración.....	48
Tabla 17. Ficha técnica homogeneizador	49
Tabla 18. Ficha técnica bomba centrífuga de alimentación	50
Tabla 19. Ficha técnica bomba centrífuga de agua caliente	51
Tabla 20. Ficha técnica motorreductor quesera.....	52
Tabla 21. Ficha técnica motor bomba centrífuga de agua caliente	53
Tabla 22. Formato calendario de mantenimiento	57
Tabla 23. Orden de trabajo	58
Tabla 24. Formato de inspección bomba de leche.....	60
Tabla 25. Hoja de inspección de mantenimiento bomba de agua caliente	61
Tabla 26. Inspección de mantenimiento Homogeneizador	62
Tabla 27. Formato de inspección de motorreductores.....	63
Tabla 28. Inspección de mantenimiento paneles de control.....	64
Tabla 29. Tabla de mantenimiento ordinario motorreductor Motovario.....	67
Tabla 30. Costo de encargado de mantenimiento.....	70
Tabla 31. Costos de mantenimiento	71
Tabla 32. Presupuesto de materiales.....	72

Ilustración 1. Muestreo de leche.....	9
Ilustración 2. Pasteurización de leche.....	10
Ilustración 3. Producción de yogurt saborizado	11
Ilustración 4. Envasado de yogurt en botella de polietileno.....	12
Ilustración 5. Producción de queso fresco	13
Ilustración 6. Organigrama recomendado	17
Ilustración 7. Pasteurizador	19
Ilustración 8. Homogeneizador.....	21
Ilustración 9. Bomba de agua caliente.....	21
Ilustración 10. Bomba de leche	22
Ilustración 11 . Intercambiador de placas	22
Ilustración 12. Unidad de refrigeración.....	23
Ilustración 13. Yogurtera.....	24
Ilustración 14. Quesera	25
Ilustración 15. Tablero de control del pasteurizador	25
Ilustración 16. Tablero de control del homogeneizador	27
Ilustración 17. Tablero de control de la yogurtera.....	28
Ilustración 18. Tablero de control de tanque agitador marmita de queso.....	29
Ilustración 19. Distribución de planta	54
Ilustración 20. Motorreductor Motovario.....	65

I. Introducción

El presente estudio monográfico tiene como finalidad realizar un manual de operación y mantenimiento de una planta procesadora de alimentos ubicada en el laboratorio de operaciones unitarias pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Química del recinto universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería.

En dicho manual, se podrá apreciar las características técnicas de cada máquina que conforma la planta, el estado técnico, el tiempo de operación en horas al año, el mantenimiento que se le debe de realizar y una descripción de cada parte componente.

Por otra parte, en toda empresa o pequeñas plantas que produzcan alimentos u otros insumos, uno de los aspectos más importantes es el mantenimiento de los equipos, maquinarias e instalaciones, ya que un adecuado plan de mantenimiento aumenta la vida útil de estos, reduciendo la necesidad de repuestos y minimizando el costo anual del material usado, como se sabe muchas de las maquinas utilizadas en nuestro país provienen de otros países, al igual que muchos materiales y algunas piezas de repuestos.

Cabe destacar que el mantenimiento, es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto, para luego prolongar su vida útil.

El laboratorio de operaciones unitarias cuenta con tres plantas de procesamiento de alimentos las cuales son: Planta Procesadora de Lácteos, Planta Procesadora de Vegetales y Planta Procesadora de Carnes. Está constituida por un área de máquinas que deben estar en óptimas condiciones para realizar los procesos de fabricación de este tipo de productos de manera segura y eficiente, por lo que es importante realizar un manual de operación y mantenimiento.

Actualmente, la planta no está en funcionamiento debido a un problema en uno de los equipos de mayor importancia la cual es la caldera y además a otros factores como materia prima con los que no se cuentan y componentes secundarios en mal estado. Es por eso por lo que se realizara dicho plan para que la planta pueda ser operada de la mejor manera posible para minimizar costos y generar productos de calidad.

La investigación presentada a continuación es descriptiva y de corte transversal.

II. Antecedentes

El Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química, ubicado en las instalaciones del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería, desde su inicio se dedicaron a la enseñanza del proceso de alimentos.

Desde el año 2010 cuenta con máquinas procesadoras de lácteos, como son: quesera, pasteurizador, homogeneizador, yogurtera. Hoy en día es un laboratorio que se encuentra deshabilitado por la falta de intervenciones de mantenimiento.

Esta fábrica no cuenta con manuales de operación, ni con instructivos de las máquinas, ni se han realizado documentos que contenga plan de mantenimiento. Por este motivo sería vital realizar un mantenimiento correctivo en las máquinas de este laboratorio para continuar proporcionando prácticas de laboratorio donde los estudiantes se familiaricen con los equipos que pueden encontrarse en las empresas que se dediquen al proceso de alimentos.

Luego de esto, implementar el mantenimiento preventivo con el objetivo de prevenir las fallas antes de que estas ocurran, porque de estas depende el desarrollo de las actividades productivas.

III. Planteamiento del problema

En el área del laboratorio de alimentos de la facultad de química, se encuentran una serie de equipos, de los cuales no se cuenta con sus respectivas guías técnicas en donde le indiquen al estudiante, así como la persona encargada, la manera correcta que se deben utilizar esos equipos.

Por lo tanto, establecer un plan de proceso es importante en donde se detalle cada uno de los pasos que se deben seguir para obtener buenos resultados al momento de efectuar las prácticas y hacer un uso adecuado de estos sin provocar daños tanto a los equipos como a los que estén haciendo uso de ellos.

Al no poder usarse para las practicas Estudiantes sin conocimientos Equipos sin activarse El fin era que los estudiantes tuvieran prácticas. Sin personal capacitado.

Y a su vez, un plan de mantenimiento es una herramienta que ayuda a prolongar la vida de los activos que genera un impacto en la manufactura, sin embargo, un mantenimiento mal ejecutado podría provocar consecuencias enormes, en muchos casos fallos de equipos en corto tiempo, sobrecalentamientos, funcionamiento errático de las maquinas.

Así que, muchos de estos agentes son la causa principal de un paro en una línea de producción, en el caso de la planta que procesa lácteos a través de la línea de pasteurización has provocado un paro total, esto sin incluir la falta de materia prima para poner en marcha la planta.

Por lo tanto, una buena gestión del mantenimiento es de suma importancia, ya que, es una manera segura de garantizar la disponibilidad, rendimiento del activo, la eficiencia de las actividades planeadas y por ende la calidad en el proceso de producción.

Por consiguiente, se plantea la siguiente incógnita:

¿han logrado dar un mantenimiento de forma eficiente a la planta para que esta se encuentre fuera de servicio?

IV. Justificación

La condición actual de alguno de los equipos de la planta de lácteos es inadecuada; por lo cual, un plan de mantenimiento correctivo y preventivo es indispensable.

Según Mortimore y Wallace (1996), la inocuidad de los productos alimenticios de una industria estará asegurada y respaldada por un plan de mantenimiento preventivo, al reducir los riesgos de falla en las maquinarias y equipos en los momentos de estar operando.

El beneficio que se alcanzara con el estudio es el mejoramiento de la eficiencia y productividad de la planta. Proporcionando de esta manera una mejor proyección en sus actividades futuras y calidad del producto durante todo el ciclo de producción.

Por otra parte, un manual describe las normas, la organización, los pasos y los procedimientos que se utilizan para realizar un proceso en una empresa para efectuar la operación y la función de mantenimiento. Dicho manual eleva el papel del mantenimiento a un lugar muy importante de la organización, cuando los procesos se encuentran ordenados y son llevados a cabo de manera satisfactoria.

Entonces, es necesario poseer el manual para poder tener una coordinación adecuada de actividades, en el caso de las prácticas de laboratorio se debe tener en óptimas condiciones los equipos para brindar un aprendizaje lo más claro posible.

Otra cosa por considerar es que los incrementos de gastos por mantenimiento y reparación de equipos se reducirán, porque se evitará incurrir en gastos elevados al momento de fallar la maquinaria.

De esta manera se pretende que el estudio de estos equipos sirva como marco de referencia para activar y profundizar en trabajos aplicados al mantenimiento y compartir estos conocimientos para próximas generaciones que se quieran desempeñar en esta extensa área para así poder desarrollar buenos ingenieros con buenas bases en la operatividad y mantenimiento de este tipo de equipos industriales.

V. Objetivos

Objetivo general:

Diseñar un plan de proceso operativo y mantenimiento de los equipos de la planta procesadora de alimentos ubicada en el laboratorio de Operaciones pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Objetivos específicos:

- Determinar la condición en la que se encuentra cada equipo presente en la planta procesadora de lácteos.
- Establecer el régimen de trabajo de la planta según la programación de los laboratorios anuales y la demanda del servicio externo.
- Elaborar hoja de vida y ficha técnica de cada equipo que se encuentra en la planta procesadora de lácteos.
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo anual que deba realizarse a los equipos que utilicen vapor de la planta procesadora de lácteos.
- Crear los planos de la línea de vapor y de distribución de planta.
- Estimar el costo operación y mantenimiento al año de la planta.

Capítulo I

Manual de procedimientos
para el laboratorio

VI. Capítulo I. Manual de procedimientos para el laboratorio

6.1.Planeación de procesos.

6.1.1. Producción y operaciones.

El siguiente manual contiene en esencia un listado de tareas del puesto de trabajo necesario para dar junto a la utilización de recursos como resultado un bien o servicio, además es importante comprender la enorme inherencia que tiene un cuidado de ciertas actividades dentro del desenvolvimiento de una empresa, ya que permite realizar un enfoque integro dentro de la fabricación incluyendo factores como innovación, eficiencia y costo. (Norman Gaither).

Existen varios factores que actualmente están interfiriendo sobre la producción y las operaciones, estos son: realidad de la competencia, calidad y servicio al cliente, expansión de nuevas tecnologías de producción, escases de producto y aspectos relacionados con la responsabilidad social.

6.1.2. Introducción

Actualmente en el laboratorio de alimentos se evidencia falta de coordinación del personal para poder cumplir con la función que estos tienen asignados, por lo tanto, la necesidad de elaborar un manual de procesos que permita un eficiente desenvolvimiento de los colaboradores en el uso de los equipos presentes en el área de elaboración de productos lácteos, y a su vez en caso de darse algún fallo saber con claridad que correctivos tomar y en qué persona enfocarse.

Así que, un manual de procedimientos es un elemento indispensable dentro de la empresa ya que consiste en la definición de las tareas de cada puesto de trabajo y por lo tanto permite establecer el grado de responsabilidad de cada uno.

Además, permitirá controlar las rutinas laborales y evitar cambios discrecionales, determinar responsabilidades por fallos, de manera que aumenta el compromiso y el rendimiento del personal ya que además contarán con una guía de cómo realizar sus actividades, haciendo una distribución de trabajo uniforme y justa con cada uno.

6.1.3. Propuesta de manual de procedimientos para el área de producción de productos lácteos del laboratorio de alimentos de la facultad de ingeniería química.

En este manual, se mostrará la forma como debe organizarse estructuralmente y cuál es el proceso que hay detrás de la fabricación de productos alimenticios derivados de la leche. Se hace énfasis en que la planta opera de manera efectiva y los equipos se encuentran disponibles y listos para producir.

Para la elaboración del manual se utilizará un diagrama de flujo que permite que el proceso sea más visual y asimilable.

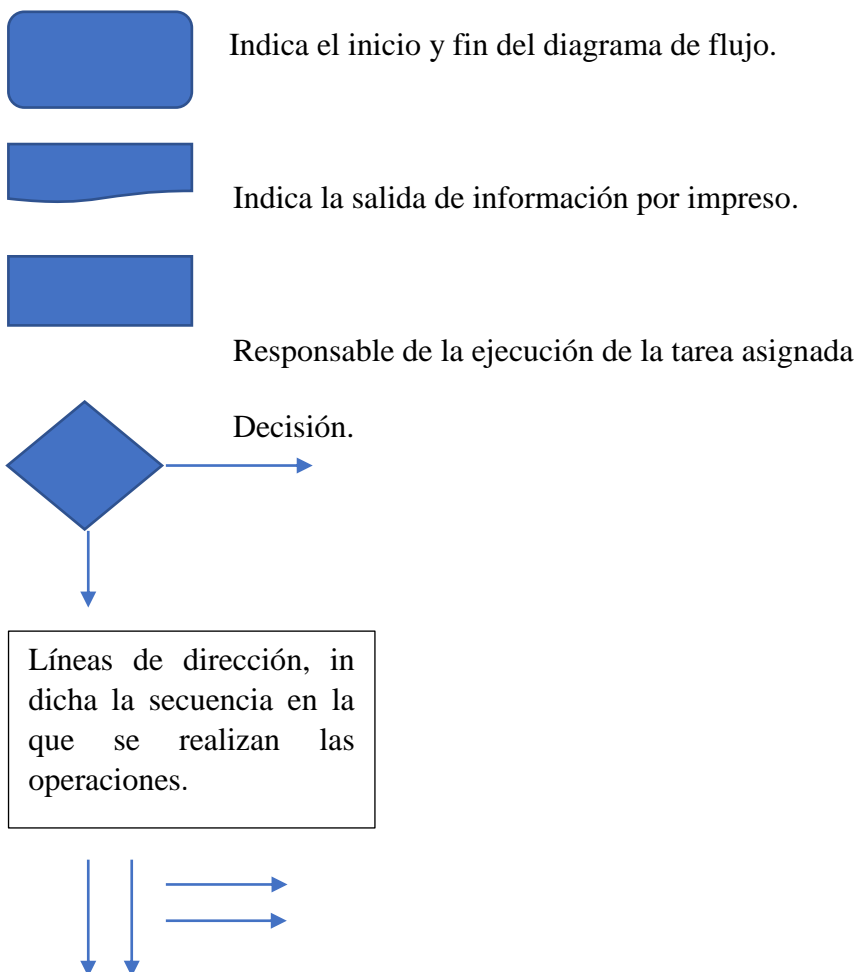


Ilustración Fuente: Autor

6.1.4. Muestreo de leche

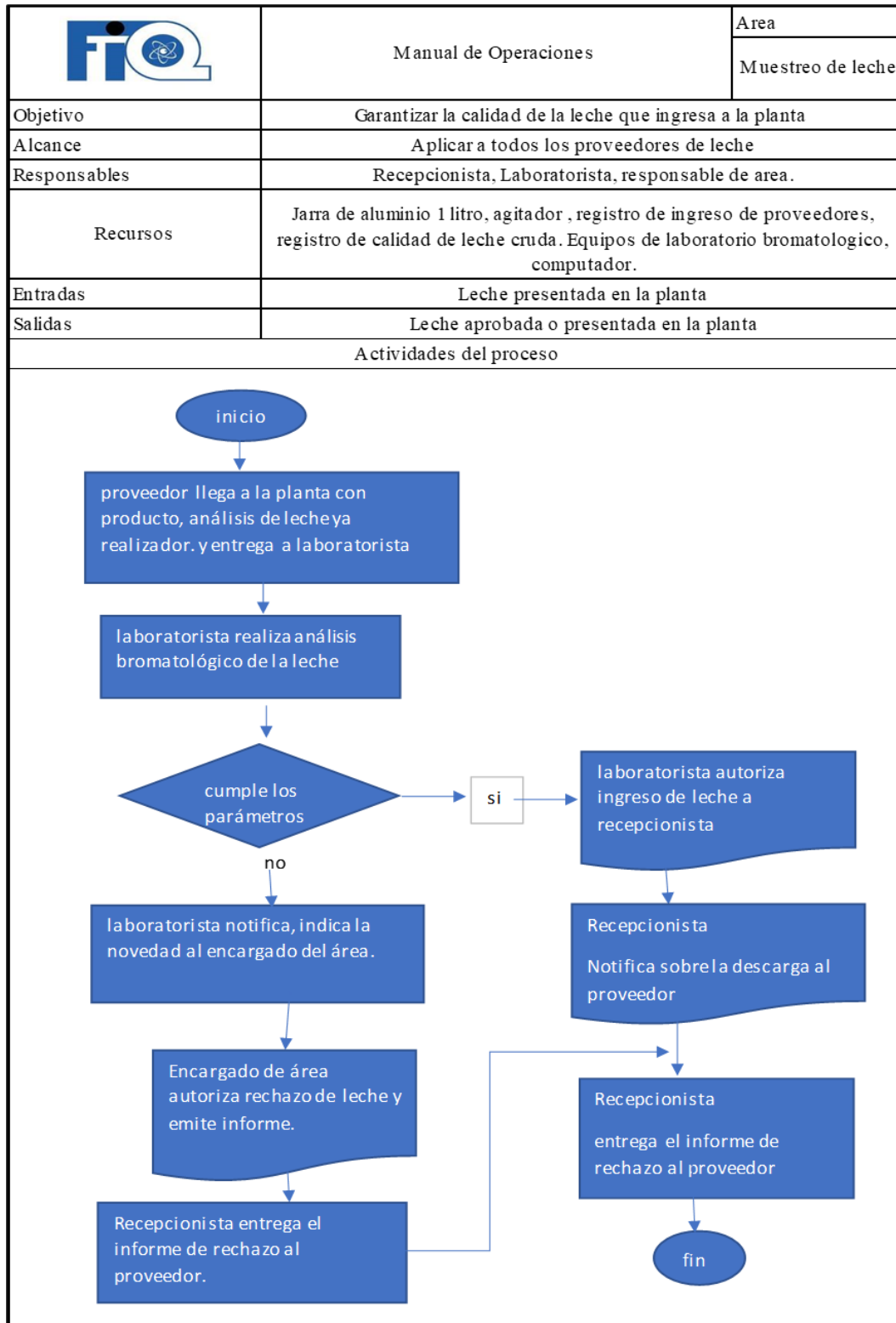


Ilustración 1. Muestreo de leche

Manual 1. Fuente: Autor

6.1.5. Pasteurización de leche

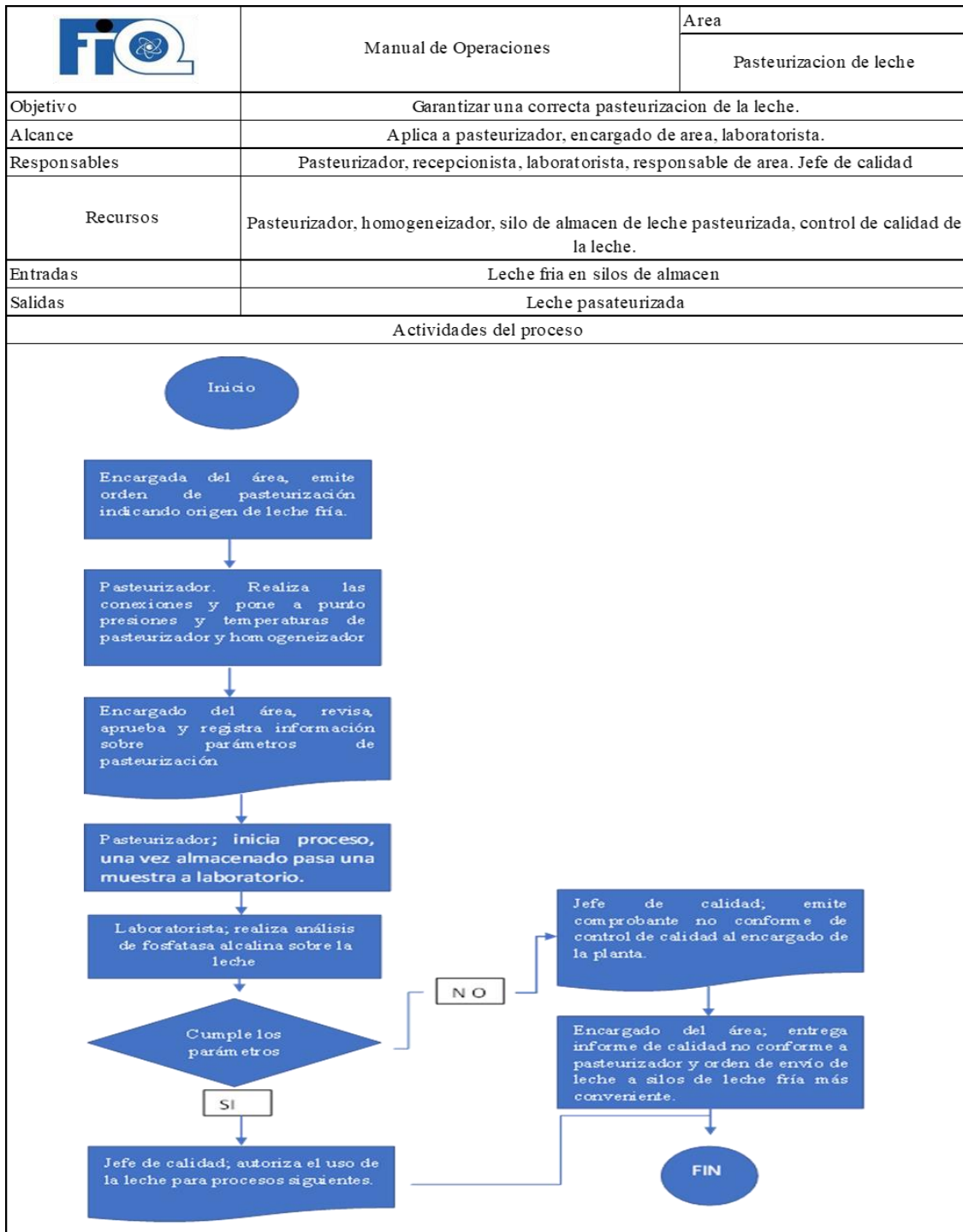


Ilustración 2. Pasteurización de leche

Manual 2. Fuente: Autor

6.1.6. Producción de yogurt saborizado

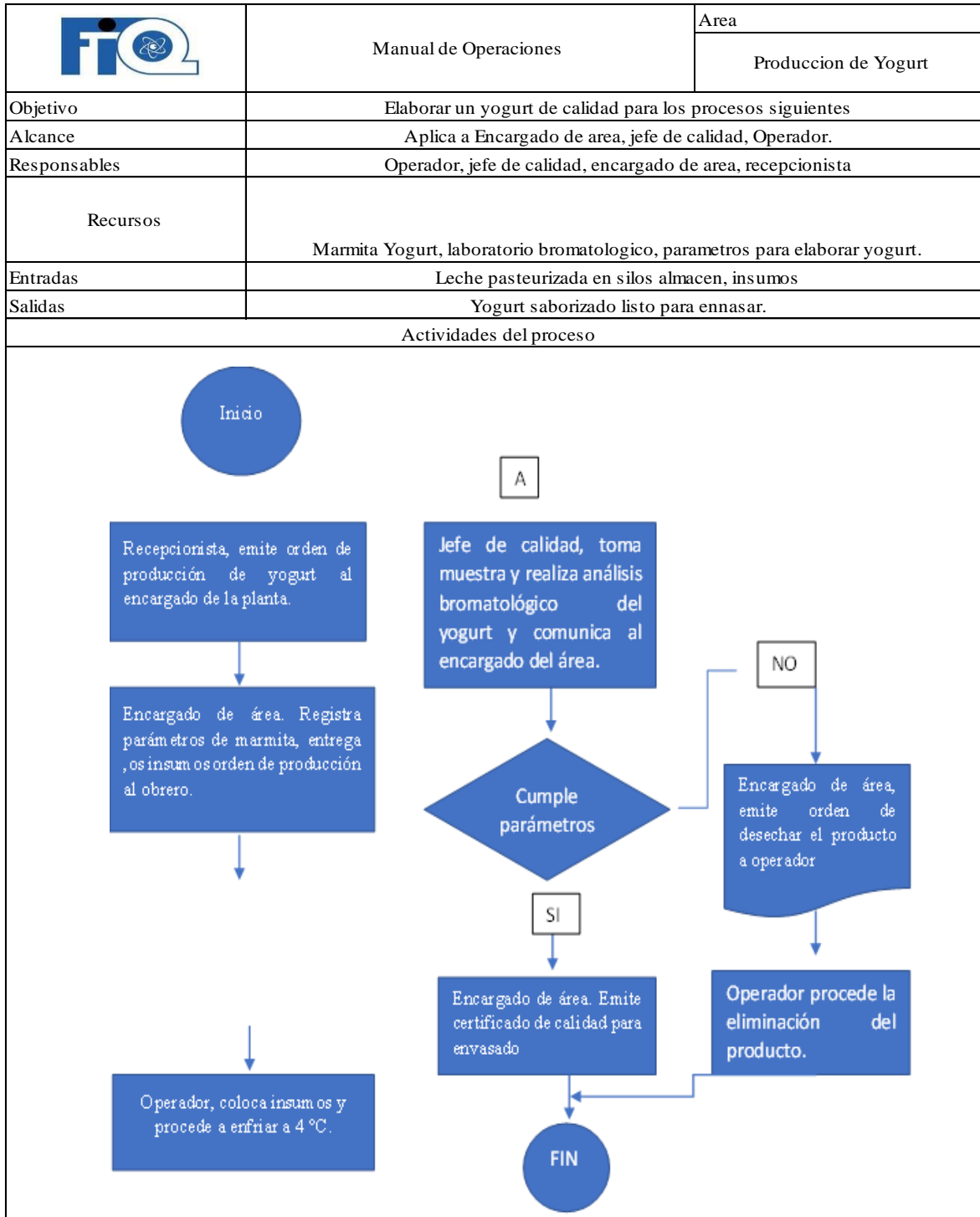


Ilustración 3. Producción de yogurt saborizado

Manual 3. Fuente: Autor

6.1.7. Envasado de yogurt en botella de polietileno

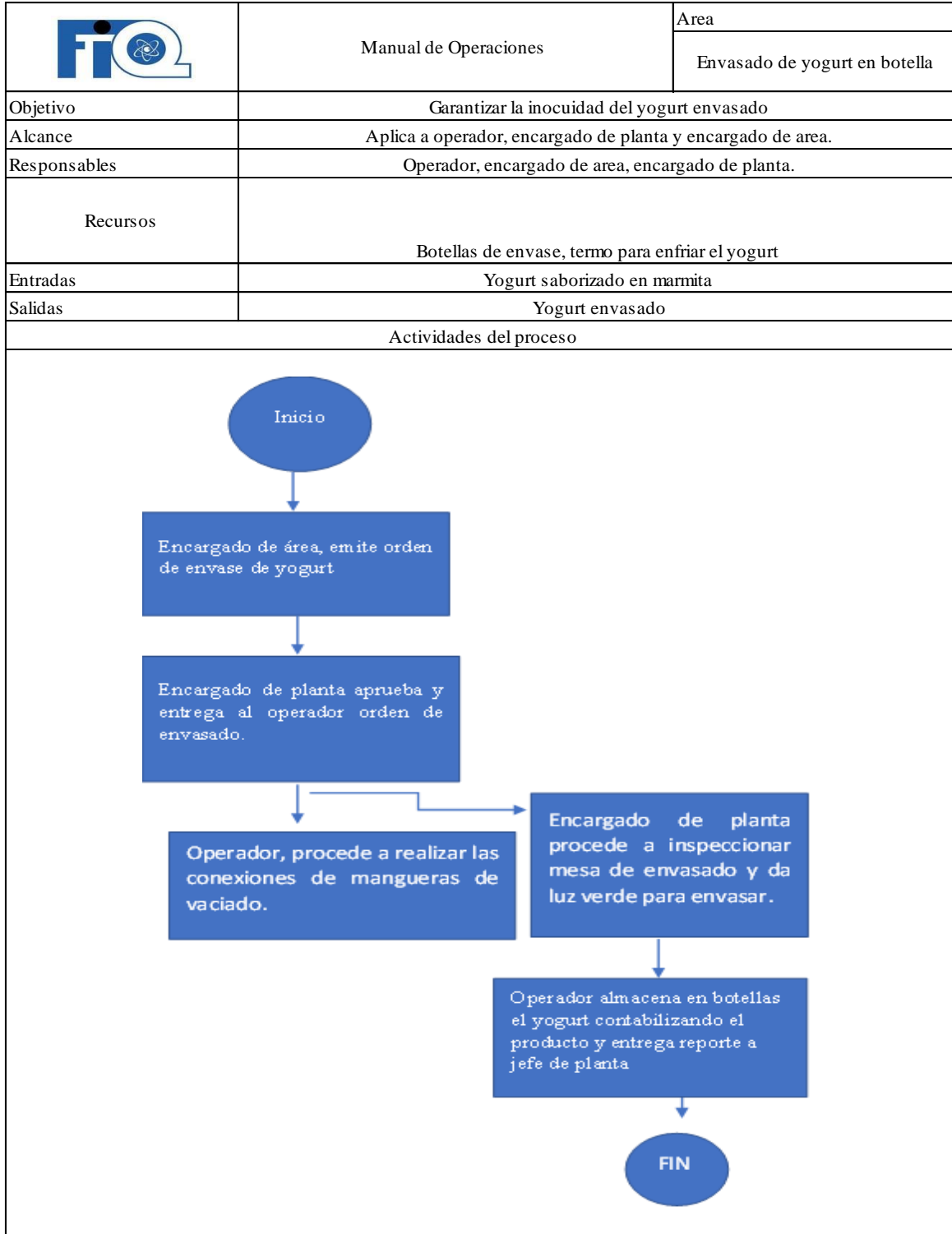


Ilustración 4. Envasado de yogurt en botella de polietileno

Manual 4. Fuente: Autor

6.1.8. Producción de queso fresco

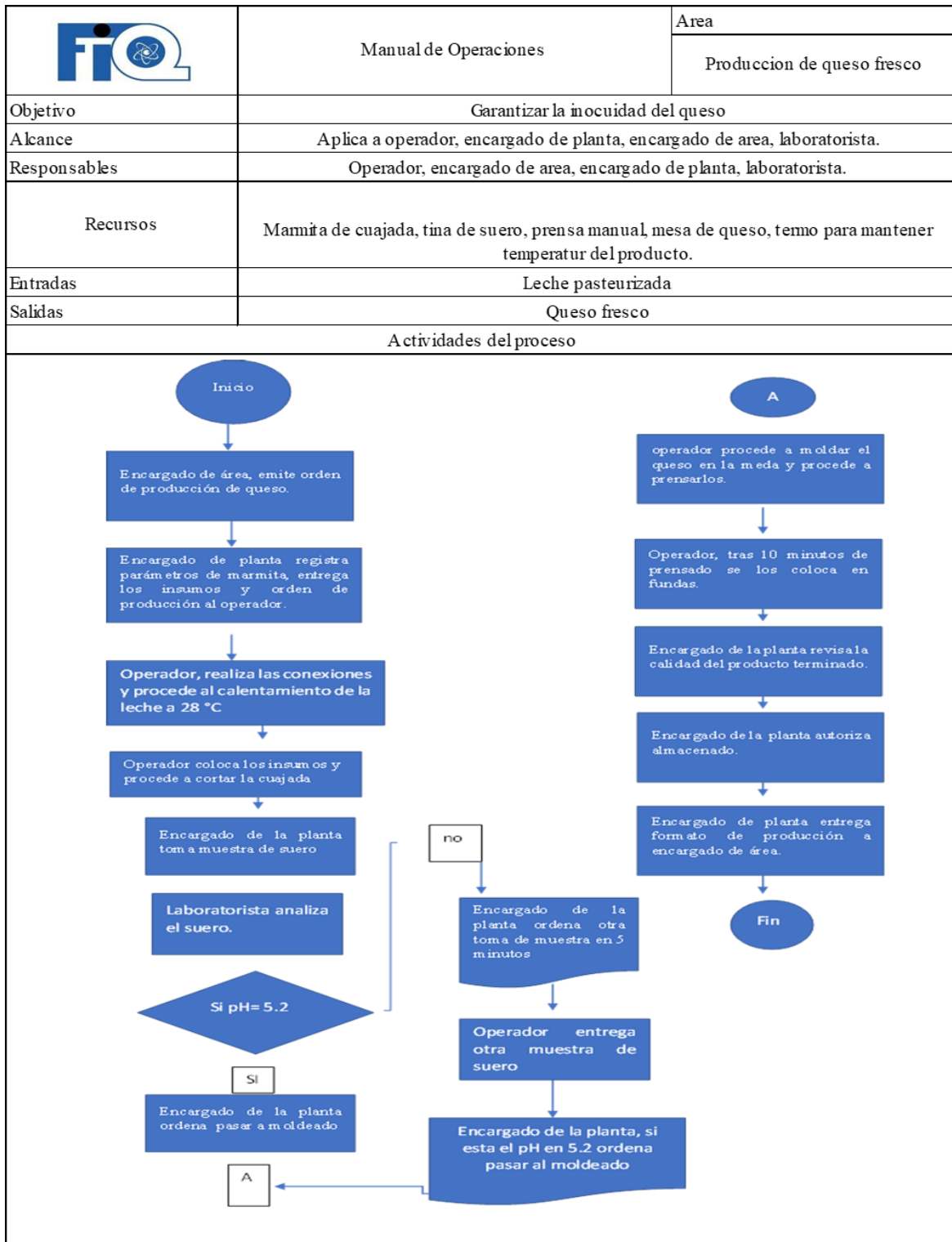


Ilustración 5. Producción de queso fresco

Manual 5. Fuente: Autor

6.1.9. Conclusiones:

Se ha llegado a entender la importancia de una correcta estructuración de la planta de alimentos para garantizar una eficiente utilización de los recursos, y lograr que la planta sea capaz de producir productos de buena calidad.

El fin de esto, es que se logre en conjunto con los encargados del área brindar las herramientas necesarias para que se puedan desarrollar actividades que den como resultados buenas prácticas de producción, además de esto lograr que los interesados en este tipo de plantas de alimentos dominen mejor todo el proceso productivo y como se lleva a cabo, desde el ingreso de la materia prima hasta obtener el producto final.

Sea dejado un documento de fácil asimilación para consulta de las tareas que cumple con la función de elaboración de productos, para que les sirva como una guía para cualquier duda o consulta que los practicantes de la carrera de ingeniería química tengan.

Capítulo II

Análisis de la situación actual
de la planta

VII. Capítulo II. Análisis de la situación actual de la planta

7.1. Situación actual

La Facultad de Ingeniería Química cuenta con nuevas plantas de Procesamiento de Alimentos las cuales ya están instaladas.

Estas fueron adquiridas mediante Fondos de Asistencia Técnica (FAT) con el objetivo de realizar talleres prácticos para fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes y también con la capacidad de dar servicios a empresas mediante la investigación y solución de problemas de la industria de procesos.

Estas plantas consisten en: Una Planta procesadora de lácteos con capacidad para producir 100L/h de leche pasteurizada, 100 lbs de queso por turno de 8 horas, 40 Kg de yogurt por batch de 8 horas, crema y otros derivados lácteos.

7.2. Sistema de mantenimiento para equipos del laboratorio

El desarrollo de los laboratorios ha sido llevado con poca frecuencia lo que ha hecho que la maquinaria se haya utilizado muy poco, luego de la adquisición no se ha dado ningún soporte técnico ni mucho menos una capacitación sobre el funcionamiento.

Desde la puesta en marcha de los equipos no ha existido un técnico en planta para realizar la gestión de mantenimiento lo que implica que no haya registros de mantenimiento provistos por la administración. Este registro es de gran ayuda para la proyección de algún tipo de mantenimiento futuro, por lo tanto, no se cuenta con ningún tipo de formato para registro del mantenimiento practicado.

También se carece de la existencia de manuales de los equipos que sirvan de guía para que un técnico encuentre las posibles fallas y soluciones de los problemas que se puedan presentar, tampoco se cuenta con una bodega que contenga repuestos para el reemplazo de los elementos de un equipo.

7.3. Organigrama funcional del laboratorio

La importancia de un organigrama radica en la comprensión y organización de los involucrados en la respuesta ante un fallo.

Actualmente este laboratorio no cuenta con un organigrama funcional. Centrando la atención sobre el mantenimiento se nota la ausencia de este, por lo cual se detalla a continuación ciertas consideraciones que se deben tomar a la hora de establecer la posición óptima de un departamento o subdepartamento de mantenimiento.

7.4. Análisis para incluir el mantenimiento en el organigrama recomendado

Al ser el mantenimiento una actividad ligada a la producción, base fundamental del proceso, se ve la necesidad de incluir en el organigrama un peldaño que permita incluir al mantenimiento dentro de las funciones del laboratorio, para coordinar ya sea por medio de producción, directamente con la administración o algún mecanismo híbrido las funciones que permitan mantener la planta con disponibilidad de la maquinaria en óptimas condiciones de manera que se pueda garantizar la calidad de las clases de laboratorio.¹

Para el caso de este laboratorio que se maneja una producción únicamente con fines didácticos manejando una cantidad reducida de productos en comparación a la naturaleza de la maquinaria se propone incluir al mantenimiento junto al departamento de producción como se indica en el gráfico.

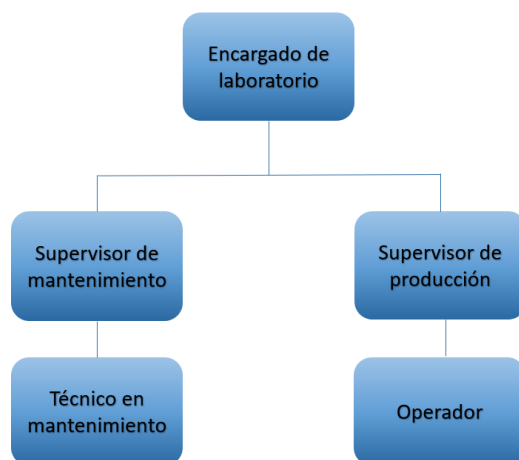


Ilustración 6. Organigrama recomendado

¹ REY SACRISTAN, Francisco, “Manual del mantenimiento integral de la empresa” 2da edición, Editorial Fundación Confemetal, España 2001

Al tratarse de producción de alimentos la maquinaria debe ser de calidad alimentaria, esto es las partes que estén en contacto con el alimento sean de acero inoxidable, lo que garantiza que no se transmitan olores ni sabores a los alimentos por el contacto con la maquinaria, la limpieza de la maquinaria debe ser buena, esto ayudará a la conservación principalmente de elementos de fricción.

7.5. Codificación de las máquinas

Es importante conocer cuál es la maquinaria con la que cuenta la planta para poder luego indicar cada una de sus características, de manera que se hará una recopilación de información básica de cada una de ellas, cabe recalcar que a esta altura nos interesa cuantificarla con el objeto de familiarizarnos con lo que se va a trabajar en el mantenimiento.

En la industria es importante conocer al detalle cada una de las máquinas que componen el sistema de producción para poder entender cómo se complementan y a su vez poder darle a cada uno el cuidado necesario y en caso de requerirse un mantenimiento poder identificar sus piezas de manera rápida y precisa, para ello resulta útil realizar una codificación que no es más que asignarle un conjunto de números y letras que hablen de característica propias de ellos para su fácil identificación.

En la actualidad el laboratorio ya cuenta con una codificación de la maquinaria.

7.6. Listado de máquinas

Al tratarse de la situación actual, se hará un breve repaso de las particularidades de cada máquina a fin de familiarizarnos con la función y principales características de cada una, el listado se enumera a continuación, la información fue tomada de manuales de las máquinas que lo disponían y logramos encontrar en internet, más de las que no lo tenían se lo realizó a base a los detalles que se recopilaron con la comparación de equipos de similar funcionalidad.

7.6.1. Pasteurizador de 4 placas

Se compone de una sección en la que el producto se calienta a través de una pared con el mismo producto en el sistema de recuperación térmica. Tras la primera sección en recuperación térmica, el producto puede salir de la unidad de pasteurización, para ser desnatado u homogeneizado.

En la segunda sección la leche se pasteuriza mediante un intercambio indirecto con agua caliente para conseguir una temperatura de 91°C o diferente si es necesario. Después de ese paso, el producto permanece durante un determinado periodo de tiempo a esta temperatura. En caso de temperatura incorrecta, el producto se recicla automáticamente en el tanque TK03C1 utilizando la válvula PV.03.01 de hecho hay una sonda de temperatura que lee la temperatura a la salida de la sección de pasteurización y mueve la válvula de 4 vías PV.03.01.

En la tercera sección, después del tubo de retención, el producto se enfría a 37°C en el sistema de recuperación de calor con leche fresca.

En la cuarta sección, la leche podría calentarse hasta 45°C mediante un post calentamiento con agua caliente a 63°C para obtener la temperatura adecuada para la preparación del yogur.

En la quinta sección la leche puede ser enfriada hasta 4°C si es necesario producir leche fresca. Este paso es posible utilizando la válvula PV.03.02 ajustada al valor deseado con los instrumentos TT.03.05. El fluido térmico utilizado es agua fría a 1°C. (esta sección solo se utiliza en caso de producción de leche fresca) si la temperatura de salida no es correcta el producto se desvía de nuevo al depósito TK03.C1.



Ilustración 7. Pasteurizador

7.6.2. Homogeneizador

Cabezal de compresión garantizado 5 años contra fracturas: realizado con un solo bloque de acero inoxidable especial de la más alta calidad, forjado y controlado por ultrasonidos.

Grupos de Válvulas asentados en bloques independientes de acero inoxidable AISI 316 especial, inspeccionables de forma individual.

Pistones de bombeo con cámara de refrigeración posterior, alineación óptima con doble guía y recubrimiento especial (estándar) en “Diamond Like Carbon”.

Asientos de válvulas intercambiables y válvulas semiesféricas proyectadas para trabajar con una amplia gama de productos.

Válvulas homogeneizadoras de gran eficiencia gracias al diseño realizado para obtener la máxima estabilidad/alineación del elemento movable (cabeza de choque) y a la instalación de una central Oleodinámica de empuje, realizada para evitar cualquier incidencia de vibraciones durante la operación.

Válvula de seguridad de ejecución sanitaria, funcionamiento con muelle preajustado con obturador y asiento intercambiables.

Motorización - estructura

Cuerpo de la Bomba en fierro colado de excelente calidad y resistencia elevada con paredes de gran espesor, desarrollado para soportar carga pesada de trabajo y eliminar las vibraciones en operación

Cigüeñal de sólido acero especial, tratamiento térmico “multi paso” con super acabado de los cuellos y nitruración completa con control por ultrasonidos, soportado con 5 rodamientos de rodillos de elevadas prestaciones (los cojinetes se usan exclusivamente en los cuellos)

Transmisión con doble etapa de reducción: poleas y correas trapezoidales con tensado semi automático y par de engranajes internos helicoidales en el cuerpo de la bomba (marcha lenta montado directamente sobre el cigüeñal)

Lubrificación forzada con el nivel del aceite controlado por un sensor, Enfriamiento del aceite mediante intercambiador tubular, alarma en caso de temperatura elevada, alarma en

caso de presión elevada, filtración a presión de las eventuales impurezas presentes. Además, para un óptimo intercambio/disipación térmica, los órganos internos están en baño de aceite. Motor de primera marca, de corriente alterna ejecución de 4 polos, chasis en acero de gran sección embarnizado, esta sólida estructura está completamente recubierta con paneles de acero inoxidable de acabado satinado.



Ilustración 8. Homogeneizador

7.6.3. Bomba de agua caliente

Esta bomba permite la circulación del agua en el circuito de agua caliente



Ilustración 9. Bomba de agua caliente

7.6.4. Bomba de leche

Este artículo bombea el producto en el pasteurizado, esta bomba tiene la posibilidad de cambiar la velocidad por un inversor. Después de esta bomba donde es un medidor de flujo para comprobar la capacidad de la línea.



Ilustración 10. Bomba de leche

7.6.5. Intercambiador de placas

Basa su funcionamiento en la transferencia de calor por conducción, el equipo aprovecha las bondades del acero para transferir el calor de la leche que entra al equipo hacia el agua proveniente del depósito de agua helada, el mismo consta de placas de acero inoxidable calidad alimentaria AISI 306, de 1 mm de espesor intercaladas que forman cámaras por las cuales circula el agua y leche por separado, es necesario que el caudal del agua que ingrese sea aproximadamente el doble al caudal de la leche para lograr un resultado. La carcasa de este equipo es de acero inoxidable.



Ilustración 11 . Intercambiador de placas

7.6.6. Unidad de refrigeración

Esta unidad necesita enfriar el producto en el intercambiador de calor.



Ilustración 12. Unidad de refrigeración

7.6.7. Yogurtera

Equipo elaborado en acero inoxidable AISI 304, de triple chaqueta y forma cilíndrica, que consiste en una especie de olla que permite calentar la leche hasta la temperatura de incubación, mantenerla, y luego enfriarla hasta tener el yogurt terminado, en la primera cámara exterior se aloja un aislante térmico de poliuretano inyectado que evita la transferencia de calor hacia el ambiente, en la segunda cámara se inyecta vapor para calentar el producto, o agua helada para enfriarlo, el vapor y el agua helada son ingresados a través de 2 niples de $\frac{3}{4}$ " , la salida de condensado se da por un niple colocado en la parte inferior de $\frac{3}{4}$ " que cuenta con una válvula termodinámica, el retorno del agua helada se da por un niple de $\frac{3}{4}$ " , a más el equipo cuenta con un niple de $\frac{1}{2}$ " en el cual se ha instalado un manómetro para visualizar la presión de trabajo y una válvula de seguridad que libera la presión en caso de una sobrecarga. Al tratarse de un producto que necesita constante agitación cuenta un a con de agitación mecánico de baja velocidad compuesto por un motor de 1 hp y un reductor de 1670 a 60 rpm, que mueve un agitador vertical que se sumerge en el producto elaborado también el acero inoxidable.

El equipo cuenta con un sistema de tapas auto sujetable para poder colocar los insumos sin tener que ocupar las manos en la sujeción de la tapa de la marmita.

La salida de producto es a través de un niple con válvula mariposa de 2" sanitaria.



Ilustración 13. Yogurtera

7.6.8. Quesera

Equipo doble chaqueta elaborado en acero inoxidable AISI 304, la cámara que se forma sirve para inyectar vapor o agua helada en su interior, de manera que se caliente o enfrié la leche contenida en su interior, para este propósito cuenta con un niple de entrada de vapor y agua helada en 3/4", niple de salida de agua helada en 3/4", niple de salida de condensado con su respectiva trampa termodinámica que permite la salida solo de condensado, y un niple para la válvula de seguridad que libera la presión en el caso de que exista una sobrecarga y un manómetro para que el obrero pueda controlarla. La salida de producto es de 1 1/2" dotada de válvula de acero inoxidable.

La forma del equipo permite que la leche y la cuajada se agiten con facilidad a la hora de trabajar ya que sus bordes redondos son ideales para generar turbulencia en el producto.

En este equipo se calienta la leche para pasteurizarla mediante vapor que circula por la cámara y se enfría hasta la temperatura de cuajado con agua helada, luego de elabora la cuajada y se la retira.



Ilustración 14. Quesera

7.6.9. Tableros de control de los equipos

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema automatizado.²

Ilustración 1. Tablero de control del Pasteurizador

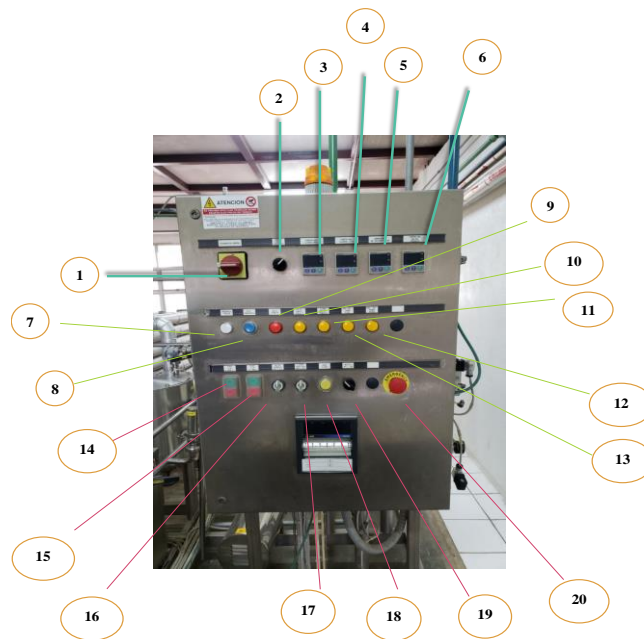


Ilustración 15. Tablero de control del pasteurizador

²https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_DICIEMBRE_2012/IF_RODRIGUEZ%20ABURTO_FIEE/LIBRO%20INSTRUMENTOS%20PARA%20TABLEROS.pdf

Pulsadores y selectores del tablero de control del pasteurizador

Tabla 1. Pulsadores y selectores del tablero de control del pasteurizador

Numero de parte del tablero	Nombre
1	Interruptor general
2	Ciclo (leche, YG/QS)
3	Temperatura llegada Homogenizado
4	Temperatura llegada de leche
5	Temperatura de pasteurización
6	Temperatura de salida del producto
7	Frecuencia de tensión
8	Reset, emergencia
9	Salto térmico
10	Temperatura del producto
11	Alarma temperatura del producto
12	Máximo nivel tanque TK03C2
13	Mínimo nivel tanque TK03C1
14	Stuart, stop bomba agua
15	Start, stop bomba homogenización.
16	Salida de producto
17	Llegada agua fría
18	Reset alarma
19	Resist (on/off)
20	Botón emergencia/stop

Tablero de control del homogeneizador

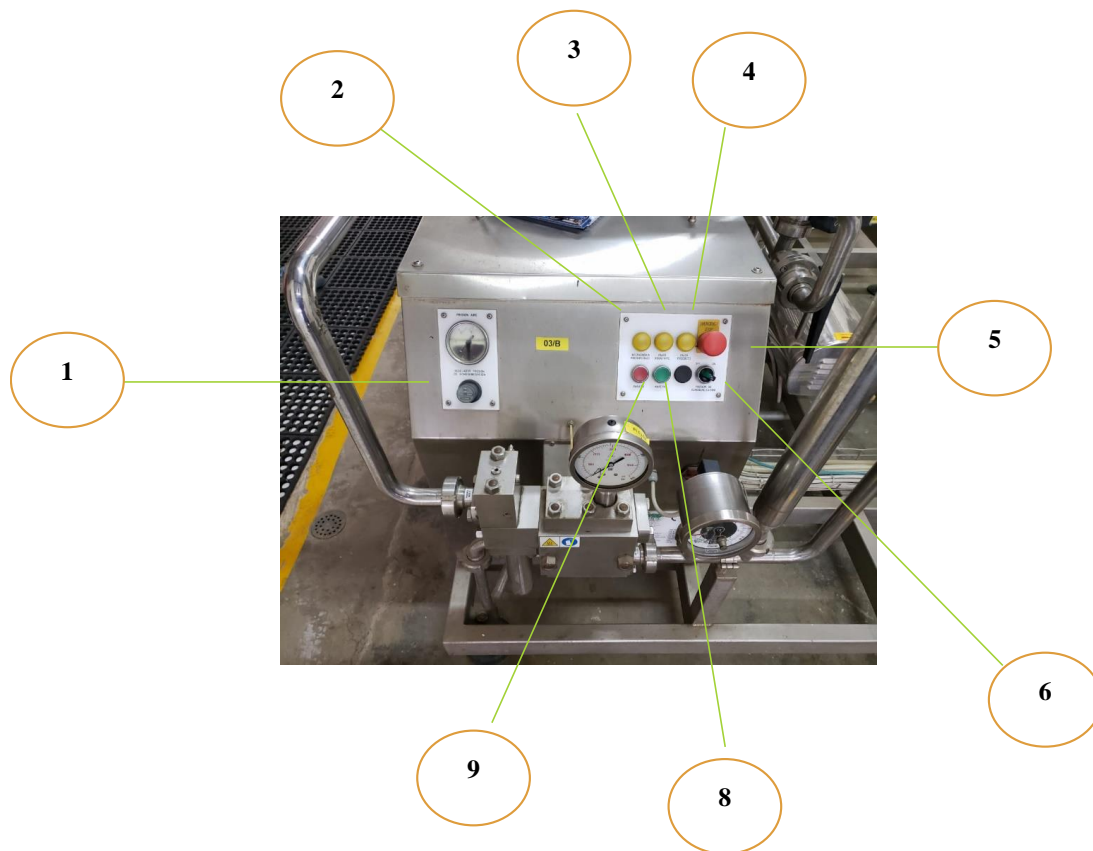


Ilustración 16. Tablero de control del homogeneizador

Pulsadores y selectores del tablero de control del homogeneizador.

Tabla 2. Pulsadores y selectores del tablero de control del homogeneizador.

Numeración	Parte del tablero
1	Medidor de presión de homogenización
2	Intervención protecciones
3	Falta agua/aire
4	Falta producto
5	Emergencia Stop
6	Presión de homogenización (on/off)
7	Marcha
8	Parada

Tablero de control de la yogurtera

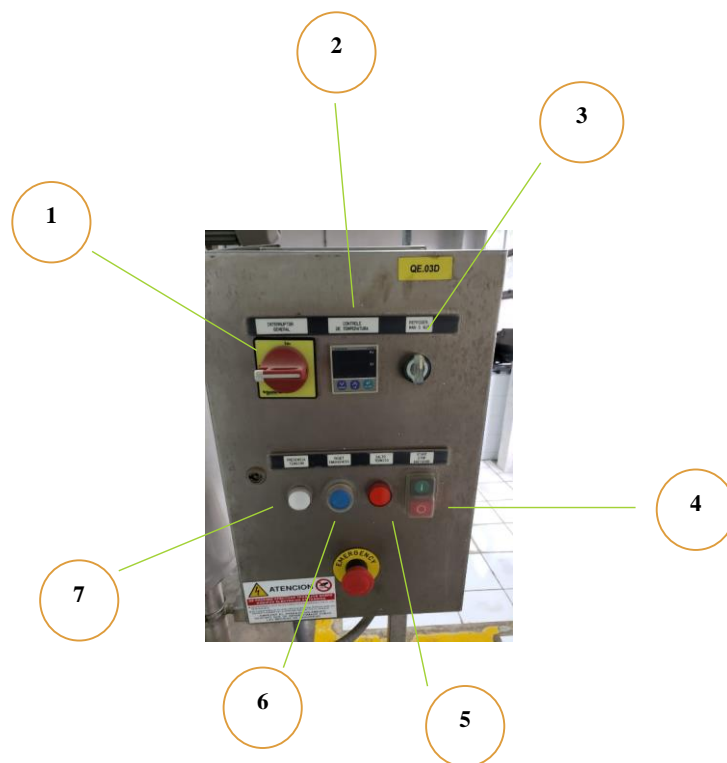


Ilustración 17. Tablero de control de la yogurtera

Pulsadores y selectores de tablero de control de yogurtera.

Tabla 3. Pulsadores y selectores de tablero de control de yogurtera

Numeración	Parte del tablero
1	Interruptor general
2	Control de temperatura
3	Refrigerante (man. O Aut)
4	Star/Stop Agitador
5	Salto Térmico
6	Reset Emergencia
7	Presencia Tensión

Tablero de control de tanque agitador marmita de queso.

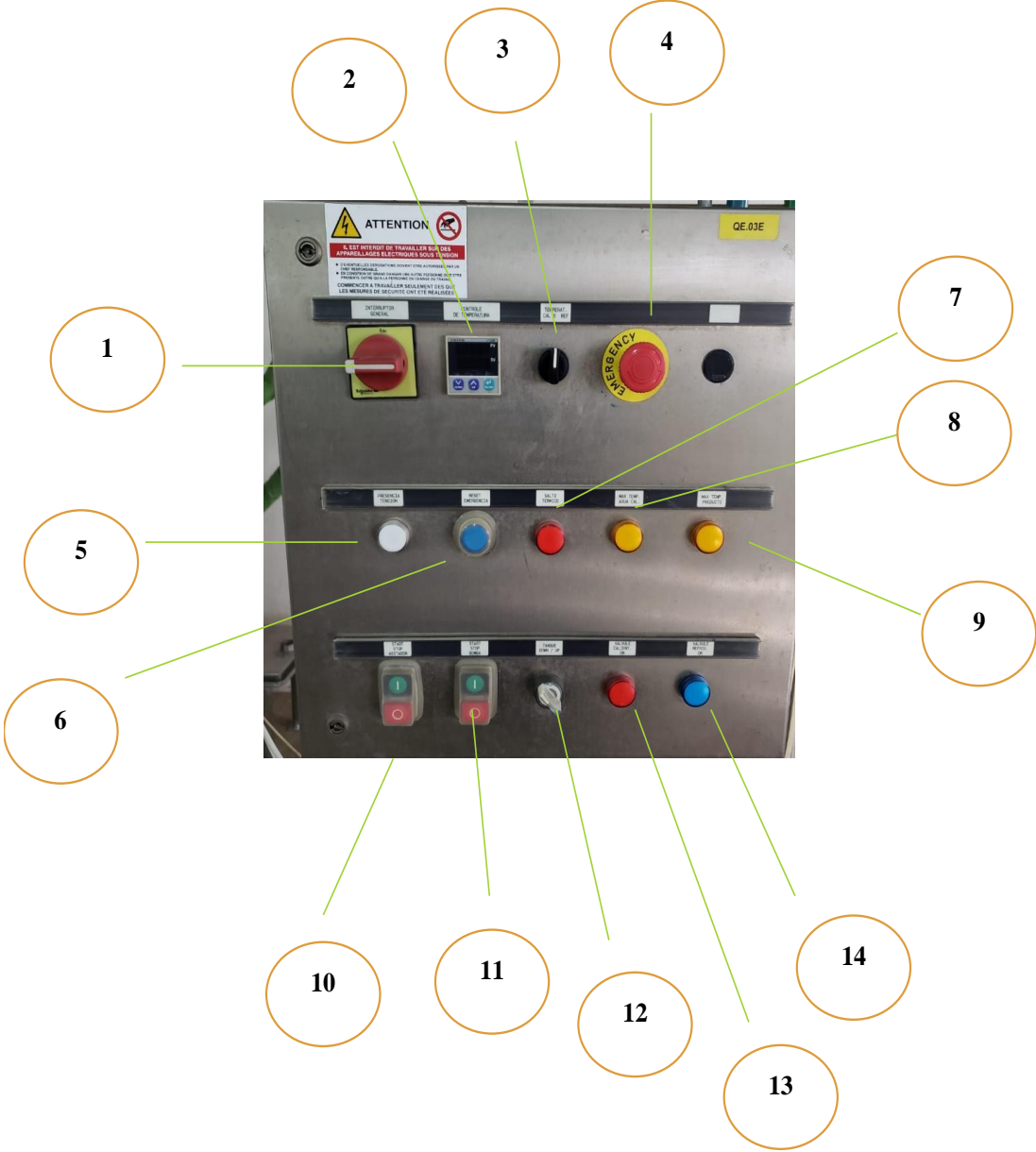


Ilustración 18. Tablero de control de tanque agitador marmita de queso

Pulsadores y selectores tablero de control de tanque agitador marmita de queso

Tabla 4. Pulsadores y selectores tablero de control de tanque agitador marmita de queso

Numeración	Parte del tablero
1	Interruptor general
2	Control de temperatura
3	Temperatura (cal/ref.)
4	Paro de emergencia
5	Presencia de tensión
6	Reset emergencia
7	Salto térmico
8	Máxima temp. Agua caliente
9	Máxima temp. Producto
10	Start/ stop agitador
11	Start/ Stop bomba
12	Tanque Down/Up
13	Válvula caliente on
14	Válvula refrigeración On

7.7. Inspección y diagnóstico de las máquinas

A continuación se detalla las novedades encontradas al realizar la revisión, es importante recalcar que solamente se han considerado las maquinas con algún tipo de problemática ya que hay todo un conjunto de componentes que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina run to failure, ‘utilizar hasta que falle’), por lo que estas no serán consideradas dentro del plan de mantenimiento.³

Cabe destacar que el diagnóstico brindado es mediante una inspección visual.

Inspección y diagnóstico Yogurtera

Tabla 5. Inspección y diagnóstico Yogurtera

	INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LA MAQUINARIA	MÁQUINA: Yogurtera
		MARCA: De Lorenzo
Elemento observado	Estado	Análisis
Tanque	Opacidad en la superficie del tanque	Tiempo del equipo desgaste normal, falta de limpieza
Mangueras	Agrietamiento	Tiempo del equipo desgaste normal, se recomienda un reemplazo
Motorreductor	Fuga de lubricante	Desgaste de sellos mecánicos
Válvulas	Abren y cierran correctamente	Desgaste normal debido al tiempo

³ <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>

Inspección y diagnóstico Homogeneizador

Tabla 6. Inspección y diagnóstico Homogeneizador

	INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LA MAQUINARIA	MÁQUINA: Homogeneizador
		MARCA: FBF Italia
Elemento observado	Estado	Análisis
Manómetro	Color de la glicerina del manómetro es oscura	El instrumento no está perfectamente sellado y, por lo tanto, el líquido entró en contacto con la atmósfera exterior.
Pulsadores	Funcionamiento normal	Desgaste normal debido al tiempo

Inspección y diagnóstico bomba de leche

Tabla 7. Inspección y diagnóstico bomba de leche

	INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LA MAQUINARIA	MÁQUINA: Bomba de leche
		MARCA: CSF Inox
Elemento observado	Estado	Análisis
Carcasa	Opacidad en la superficie de la bomba	Desgaste normal debido al tiempo

Inspección y diagnóstico Bomba de agua

Tabla 8. Inspección y diagnóstico Bomba de agua

	INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LA MAQUINARIA	MÁQUINA: Bomba de agua
		MARCA: Ebara
Elemento observado	Estado	Análisis
Carcasa	Opacidad en la superficie de la bomba	Desgaste normal debido al tiempo, necesita limpieza

Inspección y diagnóstico intercambiador de placas

Tabla 9. Inspección y diagnóstico intercambiador de placas

	INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LA MAQUINARIA	MÁQUINA: Intercambiador de placas
		MARCA: -----
Elemento observado	Estado	Análisis
Carcasa	Suciedad entre las placas	Acumulación de polvo entre las placas

Inspección y diagnóstico Motorreductor Yogurtera

Tabla 10. Inspección y diagnóstico Motorreductor Yogurtera

	INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LA MAQUINARIA	MÁQUINA: Yogurtera
		MARCA: De Lorenzo
Elemento observado	Estado	Análisis
Motorreductor	Fuga de aceite	Retenedores en mal estado

Inspección y diagnóstico Quesera

Tabla 11. Inspección y diagnóstico Quesera

	INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LA MAQUINARIA	MÁQUINA: Quesera
		MARCA: De Lorenzo
Elemento observado	Estado	Análisis
Mangueras	Agrietamiento	Desgaste normal por tiempo
Sistema neumático	Válvulas neumáticas en mal estado	No cierra debidamente producto de una mala manipulación

7.8. Historial de averías

Estos equipos no tienen registro existente de un historial de averías ya que nunca se han intervenido en mantenimiento.

De lo observado, investigado y conversado en el laboratorio se ha podido recopilar información que permite enfocarnos en el primer paso a obtener una propuesta de gestión de mantenimiento, en los formatos se ha pretendido plasmar información clara que sirva de punto de partida para una comprensión y conocimiento de cada uno de los equipos,

De un análisis del historial podemos concluir que en general, a pesar de que no existía un registro de mantenimiento, se pudo observar que las actividades de mantenimiento requeridas utilizan repuestos con disponibilidad inmediata, tal es el caso de los sellos mecánicos, mangueras, entre otros, lo que permite al laboratorio evitar la necesidad de una bodega de repuestos, con el consecuente esfuerzo que supone instalar una bodega bien dimensionada y con el personal que requiere, que representa a más del costo de los repuestos un gasto significativo que puede ser evitado.

En lo referente a la frecuencia de mantenimiento se observa que, teniendo una incidencia baja en la maquinaria, por poco uso, se puede gestionar un análisis detallado basando el estudio en dos parámetros que son importantes dentro del conocimiento del tipo de mantenimiento que se puede usar, que es la frecuencia de fallos y la antigüedad de la maquinaria, dicha información queda plasmada en este capítulo para un posterior uso.

Finalmente es importante reconocer que la incidencia de no considerar el mantenimiento, cosa fundamental dentro de cualquier organización industrial, hace que se pierda eficiencia dentro del manejo de estándares de calidad trae pérdidas por fallos y dificulta la gestión de actividades relacionadas con el mantenimiento, al no tener claro quien, como y con qué recursos se solucionara una eventualidad, la propuesta de colocar el mantenimiento dentro de las funciones de planta será aun discutida luego del análisis del plan de mantenimiento.

Formato de hoja de vida Bomba centrífuga de alimentación

Tabla 13. Formato de hoja de vida Bomba centrífuga de alimentación

		HOJA DE VIDA			FECHA:
					Aprobó:
Nombre del Equipo:					Modelo:
					Marca:
Descripción:					
Fecha de Fabricación:					
Proveedor:					
Datos de uso					
Fecha de uso		Estado		Fecha de Revisión	
Desde	Hasta	Bueno	Malo		
Datos Mantenimiento					
Tipo de Mantenimiento	Descripcion del mantenimiento			Persona que realiza Mantenimiento	
Responsable				Ejecutor	

Formato hoja de vida Unidad de Refrigeración.

Tabla 15. Formato hoja de vida Unidad de Refrigeración

	HOJA DE VIDA			FECHA:	
				Aprobó:	
				Modelo:	
				Marca:	
Nombre del Equipo:					
Descripción:					
Fecha de Fabricación:					
Proveedor:					
Datos de uso					
Fecha de uso		Estado		Fecha de Revisión	
Desde	Hasta	Bueno	Malo		
					
Datos Mantenimiento					
Tipo de Mantenimiento	Descripcion del mantenimiento			Persona que realiza Mantenimiento	
Responsable				Ejecutor	

7.10. Conclusión

De lo observado, investigado y conversado en la planta de alimentos se ha podido recopilar información que permite enfocarnos en el primer paso a obtener una propuesta de gestión de mantenimiento, en los formatos se ha pretendido plasmar información clara que sirva de punto de partida para una comprensión y conocimiento de cada uno de los equipos.

De un análisis del historial podemos concluir que en general, a pesar de que no existía un registro de mantenimiento como tal, se pudo observar que la mayor cantidad de actividades de mantenimiento requeridas utilizan repuestos con disponibilidad inmediata, tal es el caso de sellos mecánicos, balineras, manómetros, válvulas de aire, entre otros, lo que permite al laboratorio evitar la necesidad de una bodega de repuestos.

En lo referente a la frecuencia de mantenimiento se observa que, teniendo una incidencia baja en la maquinaria, se puede gestionar un análisis basándonos en dos parámetros que son importantes que son importantes dentro del conocimiento del tipo de mantenimiento que se puede utilizar, que es la frecuencia con que ocurren los fallos y la antigüedad de la maquinaria.

Finalmente es importante reconocer que la incidencia de no considerar el mantenimiento, cosa fundamental dentro de cualquier organización industrial, hace que se pierda eficiencia dentro del manejo de estándares de calidad trae pérdidas por fallos y dificulta la gestión de actividades relacionadas con el mantenimiento, al no tener claro quien, como y con qué recursos se solucionara una eventualidad.

Capítulo III

Plan de mantenimiento

VIII. Capítulo 3. Plan de mantenimiento

8.1. Planeación del mantenimiento

“La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en que se inicie el trabajo. La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance. Es obvio que una buena planeación es un requisito previo para la programación acertada. Sin embargo, para que la planeación sea exitosa es necesaria una retroalimentación de la función de programación. Esta es la razón por la cual, en muchas organizaciones de mantenimiento, ambas funciones son realizadas por la misma persona o unidad.” (DUFFUAA Salih, 2002)

Algunas particularidades del mantenimiento hacen que este sea difícil de programar por la naturaleza de los fallos, que sus actividades tengan complejidad en la elaboración de estándares de trabajo y medición de tiempos ya que inclusive las tareas que se realizan en el mantenimiento de un mismo equipo pueden variar en función de variables pequeñas que hacen necesaria la aplicación de nuevos métodos, con el consecuente cambio en el tiempo de trabajo, sin embargo estas características hacen que el mantenimiento requiera aún más importancia dentro de la gestión de la planta, logrando con ello:

- Reducción de costos, de mantenimiento, de tiempo ocioso de trabajadores de mantenimiento y trabajadores generales, causados por paradas.
- Mejora la utilización de los recursos para actividades de mantenimiento ya sean herramientas, mano de obra, a más de permitir una correcta coordinación de este y mejorar la posibilidad de supervisar las actividades planificadas.
- Mejora la capacidad de cumplimiento de la empresa al conseguir una índice I_p^4 , requerimiento operacional de una línea de producción, alto esto es acercarnos a tener la maquinaria en funcionamiento el mayor tiempo posible sin paradas ofreciendo un producto de calidad que supere las necesidades del cliente

⁴ I_p : Volumen de producción práctica (en calidad y plazo)/ capacidad de producción teórica, REY SACRISTAN, Francisco, “Manual del mantenimiento integral de la empresa” 2da edición, Editorial fundación Confemetal, España 2001

Para efectos de planeación podemos clasificar el mantenimiento como se indica:

El mantenimiento de Rutina o auto mantenimiento, y preventivo, que incluye actividades que se delegan por lo general a los operarios, ya que abarcan lubricación, revisiones menores, entre otros, este mantenimiento se puede formalizar y programar con cada uno de los obreros de la empresa.

El mantenimiento correctivo, son mantenimientos que se suscitan intempestivamente y son de carácter prioritario, incluso habiendo un mantenimiento preventivo en curso este tendrá preferencia.

La modificación del diseño se basa en analizar fallos repetitivos y realizar cambios en la maquinaria, operación entre otros para evitarlos.

Reparación general programada, esta implica paro de planta con una buena programación de manera que se minimice el tiempo de parada.

Parte fundamental del proceso de planificación del mantenimiento implica evidentemente una programación de la mayor cantidad de actividades relacionadas con este, para poder lograr las ventajas manifestadas al inicio del capítulo.

8.2. Planeación de actividades de mantenimiento

“La planeación en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determina y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, lista de materiales, la requisición de compras, los planos y los dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo. En consecuencia, un procedimiento de planeación eficaz deberá incluir los siguientes pasos_

Determinar el contenido del trabajo (puede requerir visitas al sitio).

Desarrollar un plan de trabajo. Este comprende la secuencia de actividades en el trabajo y el establecimiento de los mejores métodos y procedimientos para realizar el trabajo.

- Establecer el tamaño de la cuadrilla para el trabajo.
- Planear y solicitar las partes y los materiales.

- Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- Asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas
- Revisar los procedimientos de seguridad.
- Establecer prioridades (de emergencia, urgente, de rutina y programado) para todo el trabajo de mantenimiento
- Asignar cuentas de costos
- Completar la orden de trabajo
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.
- Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.⁵

8.3. Plan de mantenimiento

“Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales en mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina run to failure, o ‘utilizar hasta que falle’).

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas⁶

Por lo tanto, siendo las actividades la base del plan de mantenimiento se debe hacer constar en cada una de ellas la siguiente información:

Frecuencia: se puede tomar el intervalo del mantenimiento de dos formas

⁵ DUFFUAA Salih, RAOUF Abdul, CAMBELL Jhon, “Sistemas de mantenimiento: Planeación y control” 2da edición, Editorial Limusa S.A de CV 2002

⁶ <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>

1. A intervalos fijos de tiempo: que tienen la ventaja que se pueden realizar en conjunto con otras tareas y con un orden establecido, pero que en ocasiones hace que se realice mantenimientos en máquinas que no se han utilizado.
2. A horas uso: esta frecuencia tiene la bondad de permitir ser más específico sobre una tarea, sin embargo, supone mayor cuidado de cada actividad por lo que su cumplimiento se vuelve complejo.

Especialidad: en las actividades de mantenimiento se puede requerir de un tipo de profesional u otro esto en general se clasifica de la siguiente manera:

- “Operación. Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por el personal que realiza la operación de la instalación, y normalmente se trata de inspecciones sensoriales que se realizan muy frecuentemente, lecturas de datos y en ocasiones trabajos de lubricación.
- Campo solar. Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por especialistas en la realización de tareas en la zona de captación de radiación. Incluye normalmente tareas eléctricas, mecánicas y de instrumentación.
- Mecánica. Las tareas de este tipo requieren especialistas en montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos, etc.
- Electricidad. Los trabajos de este tipo exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión.
- Instrumentación. Los trabajos de este tipo están relacionados con profesionales con formación en electrónica, y, además, con una formación específica en verificación y calibración de instrumentos de medida.
- Predictivo. Esta especialidad incluye termografías, boroscopías, análisis de vibraciones, etc. Los profesionales que las llevan a cabo son en general técnicos especialmente entrenados en estas técnicas y en las herramientas que utilizan para desarrollarlas.
- Mantenimiento legal. En muchas ocasiones se requiere que para llevar a cabo determinadas tareas de carácter obligatorio recogidas en normativas en vigor sea necesario tener determinadas acreditaciones. Además, es muy habitual contratar con empresas externas, poseedoras de dichas acreditaciones, estos mantenimientos.

- Limpieza técnica. La fuerte especialización que requiere este trabajo, junto con las herramientas que se emplean hace que se trate de conocimientos muy específicos que además normalmente se contratan con empresas externas.
- Obra civil. No es habitual que el personal de plantilla realice este tipo de trabajos, por lo que para facilitar su programación, realización y control puede ser conveniente crear una categoría específica.⁷
- Duración: Es una estimación de la duración de la tarea, consiste en una estimación con una tolerancia considerable de la demora.
- Necesidad de permiso de trabajo especial: Por su naturaleza y riesgos algunas tareas pueden necesitar permiso de un superior de mantenimiento.
- Necesidad de paro de maquina: al momento de realizar la programación se debe reconocer si la maquina debe estar apagada o aun en funcionamiento de manera que no se interfiera con la producción ni con la actividad del mantenimiento.

8.4. Formas de elaborar un plan de mantenimiento

A continuación se detallan las posibilidades de elaboración de un plan de mantenimiento basados en la factibilidad para conocer las singularidades de la maquinaria, ya que de ser nueva por ejemplo no se dispondría un historial de fallos por lo cual el método idóneo para la elaboración del plan de mantenimiento sería recopilando datos del manual, por otro lado si la maquinaria no es nueva ni se cuenta con los manuales se puede elaborar un plan genérico basándose en instrucciones para grupos de maquinaria de similares características este método es muy parecido al primero y de relativa sencillez de aplicación, más existe una tercera alternativa que es partir de un análisis de historial de fallos para poder prever los mantenimientos necesarios, a continuación se detallan las posibilidades:

- “Recopilando las instrucciones de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la planta, y agrupándolas en gamas de mantenimiento. Es una forma muy extendida de elaborar un plan de mantenimiento, y tiene ventajas e inconvenientes que se detallarán en el siguiente capítulo.
- Realizando un plan de mantenimiento basado en protocolos de mantenimiento, que parten de la idea de que los equipos se pueden agrupar por tipos, y a cada tipo le

⁷ <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>

corresponde la realización de una serie de tareas con independencia de quien sea el fabricante.

- Realizando un plan basado en un análisis de fallos que pretenden evitarse. Es sin duda el modo más completo y eficaz de realizar un plan de mantenimiento”⁸ sin embargo este tipo está recomendado para organizaciones con departamento de mantenimiento con estadística ya que se pretende dar una anticipación a los fallos como se indica en el texto.

8.5. Documentación técnica:

Es importante disponer de las características de la maquinaria, como de sus características de funcionamiento, como de las recomendaciones del fabricante para tareas de mantenimiento, para el efecto se cita un ejemplo de información requerida para una máquina cualquiera citada en el libro de Rey Sacristán a cerca de la documentación técnica:

- Descripción del equipo
- Composición detallada y conexiones
- Procedimientos relativos al funcionamiento del equipo:
 - Puesta en servicio
 - Modos de marcha en automático a partir del pupitre general
 - Modo de marcha en manual
 - Ciclo de fabricación detallado
 - Parada del equipo
 - Consignas de utilización y seguridad
- Procedimientos relativos a los sistemas:
 - Hidráulico
 - Neumático
 - Eléctrico o electrónico
 - Engrase
- Otros procedimientos (cambios de útiles, herramientas, etc.)

⁸ <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/tecnicas-de-elaboracion-de-planes-demantenimiento>

- Lista de acciones preventivas
- Acciones de rutina
- Acciones de vigilancia
- Acciones sistemáticas

- Lista de acciones curativas:
 - Ayuda al diagnóstico
 - Precauciones para tomar en las intervenciones
 - Comprobación de fallos y problemas de calidad
 - Intervenciones recomendadas ante fallos

- Listado de posibles averías e incidentes a su tratamiento
- Gamas de mantenimiento preventivo (sistemático y programado)
- Instrucciones para controlar e identificar piezas no conformes.⁹

8.6. Plan de mantenimiento de industrial

Se inicia la planificación realizando una ficha técnica de cada máquina ya que se debe conocer la mayor cantidad de datos sobre ellas con el fin de identificar la solución óptima a eventuales fallos que se pueden suscitar en cualquier elemento de la máquina, para ello se utilizará el conocimiento de los encargados del laboratorio sobre las máquinas o equipos y se completará la información con los manuales del fabricante.

8.7. Ficha técnica de la maquinaria


En la ficha de la maquinaria constarán datos como dimensiones, peso, procedencia, marca, requisitos, y características técnicas, y si el equipo cuenta con sub sistemas se especificará sus componentes y sus características básicas, para hacer más corto aun el camino para diagnosticar ante una avería el repuesto y el sitio para el trabajo, se detallan a continuación

⁹ REY SACRISTAN, Francisco, "Manual del mantenimiento integral de la empresa" 2da edición, Editorial Fundación Confemetal, España 2001

las fichas técnicas de los equipos en los cuales se ha realizado la inspección con alguna novedad.


8.7.1 Unidad de refrigeración

Tabla 16. Ficha técnica unidad de refrigeración

Unidad de Refrigeración		foto del equipo
Descripción: Esta unidad necesita enfriar el producto en el intercambiador de calor		
Especificaciones Técnicas		
No. de serie	IPEMT0031-A074J	
Año de construcción	2010	
Tipo de refrigerante	R470C	
Potencia	6 KW / 22.3 A	
Voltaje	220 V/ 3F/ 60 HZ	
Presión máxima	29 bar	
Ubicación	Laboratorio de química	
Existe manual	No	
Requerimientos	Agua	
	Electricidad	

8.7.2. Homogeneizador

Tabla 17. Ficha técnica homogeneizador

Homogeneizador		foto del equipo
Especificaciones Tecnicas		
<p>Descripcion: Esta unidad puede homogeneizar leche desnatada entera a una presion de 250 bares. Cumple la funcion de disminuir el tamaño de los globulos grasos de la leche con lo cual se evita que se formen "bolas de grasa".</p>		
Maquina Tipo	FBF 001	
Matricula No.	10022542	
Año de construccion	2010	
Dimensiones (L*P*H) (in)	22.83*33.46*30.31	
Pistones de bombeo	2	
Capacidad	100 l/h	
Potencia	2.3 KW	
Voltaje de alimentacion	230 VAC /60 Hz	
Presion maxima	29 bar	
Ubicación	Laboratorio de quimica	
Existe manual	No	
Requerimientos	Agua	
	Electricidad 3F	
	Leche	
	Aire comprimido	
Peso	170 kg	

8.7.3. Bomba centrífuga de alimentación

Tabla 18. Ficha técnica bomba centrífuga de alimentación

Bomba centrífuga de alimentacion		foto del equipo
Descripción: Bombea el producto en el pasteurizado, la bomba tiene la posibilidad de cambiar la velocidad por un inversor.		
Especificaciones Tecnicas		
No. de serie	CS-25-145-2-2	
Año de construccion	2010	
Consumo	5.5 A	
Potencia	1.5 Kw	
Fases	3	
Velocidad de rotacion	3500 rpm	
Capacidad	1000-8000 l/h	
Voltaje	220	
Frecuencia	60 Hz	
Ubicación	Laboratorio de quimica	
Existe manual	No	
Requerimientos	Leche	
	Electricidad 3F	




8.7.4. Bomba centrífuga de agua caliente

Tabla 19. Ficha técnica bomba centrífuga de agua caliente

Bomba centrífuga de agua caliente		
Descripción: esta bomba permite la circulación de agua en el circuito de agua caliente.		
Especificaciones Técnicas		foto del equipo
Marca	EBARA	
Tipo		
Procedencia	Italia	
Consumo	3.6 A	
Potencia	1.1 Kw	
Fases	3	
Velocidad de rotacion	3400	
Capacidad	20-90 l/min	
Voltaje	220	
Frecuencia	60 Hz	
Ubicación	Laboratorio de química	
Existe manual	No	
Requerimientos	Agua	
	Electricidad 3F	

8.7.5. Motorreductor Quesera

Tabla 20. Ficha técnica motorreductor quesera

Motorreductor Quesera	
Descripcion: permite agitar la leche pasteurizada	
Especificaciones Tecnicas	
Marca	Motovario
Tipo	TXF 005
Procedencia	Italia
Consumo	3.6 A
Potencia	0.55 kw
Fases	3
Velocidad de rotacion	1400 rpm
Peso	3.3 kg
Voltaje	220
Frecuencia	60 Hz
Ubicación	Laboratorio de quimica
Existe manual	No
Requerimientos	Electricidad 3F
foto del equipo	
	

8.7.6. Motor 1.1 kW

Tabla 21. Ficha técnica motor bomba centrifuga de agua caliente

Motor 1.1 kW					
Descripcion: Motor trifasico apropiado para trabajos en zonas con humedad.					
Especificaciones Tecnicas		foto del equipo			
Marca	EBARA				
Tipo	2CDXH 70/106				
Procedencia	Italia				
voltaje 3F	220				
Δ	380				
Y	460				
I220	3.6				
I380	2.1				
I460	2.1				
Potencia 1	1.1 KW				
potencia 2	0.75 KW				
Frecuencia	60				
Requerimientos	Agua				
	Electricidad 3F				
Organos principales	Rodamientos			Bobina	carcasa

8.8. Seccionamiento de áreas

Puesto que se puede agrupar las tareas similares en equipos para lograr una óptima utilización de los recursos, se ha visto que al tener mantenimientos similares dentro de una misma área de producción trae la posibilidad de agrupar estas tareas en gamas por área de trabajo con lo que se logra aprovechar el tiempo que un obrero realiza dichas tareas, ya que los obreros al tratarse de un laboratorio pequeño no estarían a cargo de una sola máquina, por lo cual se secciona en áreas las áreas de la planta en función del producto o línea del proceso.

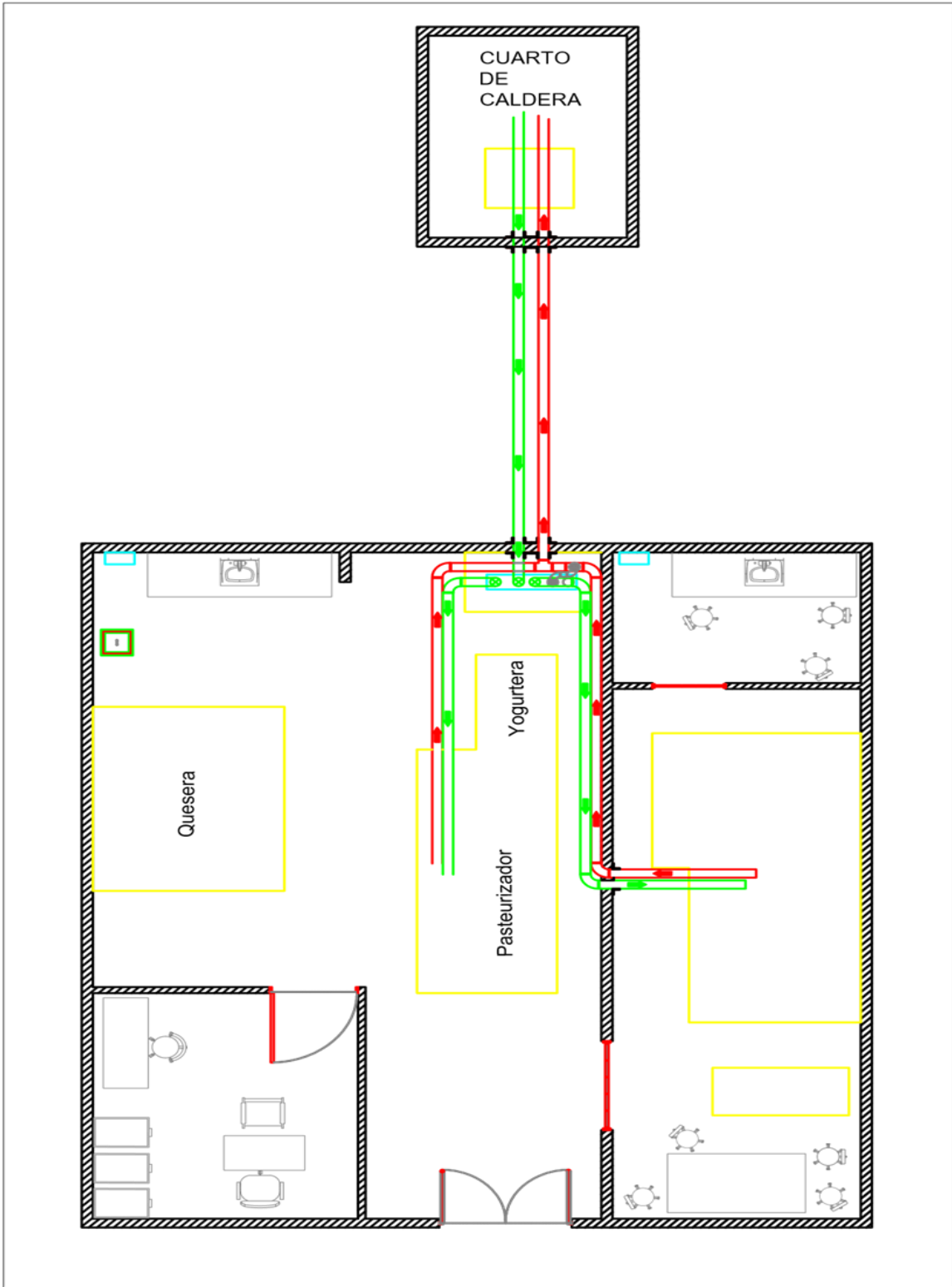


Ilustración 19. Distribución de planta

8.9. Determinación del tipo de mantenimiento por la línea de producción.

De acuerdo a lo analizado sobre el estado de la maquinaria y el historial de mantenimiento, logramos concluir que el tipo idóneo de mantenimiento a aplicarse en el laboratorio es el mantenimiento preventivo, ya que al existir un número de horas de trabajo establecidas se puede proyectar las revisiones y tareas a realizar, a más se encuentra que en el mantenimiento a realizarse se encuentra varias veces repetidas tareas de lubricación lo que a su vez hace que se pueda realizar un auto mantenimiento por el personal con la capacitación adecuada, el hecho de que se pueda con medios accesibles detectar posibles avería hace que este mantenimiento resulte idóneo para esta empresa.

De manera que al tener un mantenimiento preventivo se evitaría paradas de producción, ya que los defectos por desgaste o mal funcionamiento serian detectados tempranamente y corregidos sea por colaboradores de la fábrica o por mantenimiento contratado como se sugiere en algunas tareas de mantenimiento sobre equipos o sistemas específicos, por otro lado se lograra una calidad uniforme de la producción ya que se estará con la maquinaria en perfecto estado para su uso, a más se puede programar con anticipación razonable el aprovisionamiento de insumos y herramientas así como el tiempo en el cual se ejecutara lo que justifica el uso de este mantenimiento.

En base a las líneas de producción podemos anotar que no habría diferenciación en el tipo de mantenimiento que predomina, más que en la sala de máquinas que esta con varias actividades de revisión y mantenimiento sugeridas para mantenimiento contratado por la complejidad del trabajo, a más de que el costo que tendería tener existencias de algunos posibles repuestos es bastante alto.

- Criterios para sugerir el tipo de mantenimiento preventivo

Realizar las revisiones en días establecidos de manera que se permita utilizar al personal de producción en horas de no producción para evitar interferencias

Llevar una estadística para prevenir tiempos de duración de partes sujetas a desgaste, así como tiempos de duración del mantenimiento, costo y novedades por parte del encargado de la planta para retroalimentar el proceso y lograr mayor eficiencia.

Planificar los mantenimientos por parte del jefe de planta de manera de tener la menor incidencia dentro de la producción tanto con la maquinaria como con el personal y lograr evitar paradas de esta.

Establecer programas de capacitación sobre las revisiones a realizarse en el mantenimiento programado como son: Inspecciones visuales, medición de presión y temperaturas, control de lubricación entre otros.

Establecer capacitaciones sobre la manera correcta de ejecutar el mantenimiento necesario en cada máquina, sea este mantenimiento de uso, correctivo o predictivo.

Crear una bodega de repuestos e insumos necesarios para el correcto desenvolvimiento del personal al momento de realizar tareas de mantenimiento, luego de analizar el historial de las novedades dentro de las gamas de mantenimiento.

- Criterios para sugerir el tipo de mantenimiento contratado

8.9. Costo de los repuestos de sistemas electrónicos habitualmente es alto.

Existen empresas especializadas y con stock de repuestos de las marcas que se cuentan dentro del país lo que evita costo alto de inventario sin afectar el tiempo de respuesta de un mantenimiento requerido.

El tiempo de respuesta es considerablemente superior a un mantenimiento con personal propio ya que a más de las refacciones se debe considerar el tiempo de capacitación, costo de capacitar.

La garantía a la que se accede con un mantenimiento contratado esta generalmente alrededor de un año, lo que brinda confianza de un trabajo con altos estándares de calidad.

8.10. Calendario de mantenimiento

Es este cuadro se registrará las actividades relacionadas con la gestión de mejora del mantenimiento, a más queda abierta la posibilidad de que se pueda incluir paros para mantenimiento general, esto se podrá realizar a partir del análisis de al menos un año de utilización de las gamas y su análisis.

8.11. Formato calendario de mantenimiento de equipos de la planta procesadora de lácteos.

Tabla 22. Formato calendario de mantenimiento

CALENDARIO DE MANTENIMIENTO																Edición	
																Fecha	
	Trimestre I				Trimestre II				Trimestre III				Trimestre IV				
Área	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Área de Yogurt																	
Área de queso																	
Área de pasteurización																	

Formatos necesarios:

Orden de trabajo.

Tabla 23. Orden de trabajo

ORDEN DE MANTENIMIENTO					No. De orden
					xxxxx
Para ser llenado únicamente por Ente solicitante					
Tipo de trabajo		Fecha	Hora	Nombre	Área
Programado					
No programado		Fecha	Hora	Tiempo de parada	Línea
Parada					
Arranque				Turno	
Descripción del trabajo requerido					
Nota de seguridad:					
Para ser llenado únicamente por el personal de mantenimiento					
Solicitud	Fecha	Hora	Tiempo total	Tipo de mantenimiento	
Inicio del trabajo				Mecánico	
Fin del trabajo				Eléctrico	
Herramientas a utilizar:				Higiénico	
				Lubricación	
				Otros	
Descripción del trabajo realizado					
Materiales requeridos					
Descripción del repuesto	Código	Ubicación	Cantidad	Medidas	
Observaciones					
Técnico/Operador		Supervisor de producción		Supervisor de mantenimiento	
Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:		Firma:	

8.12. Gamas de mantenimiento

A continuación, se detallan las gamas de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos, para facilidad de manejo de datos se hará por separado la gama con su respectivo informe de novedades, cabe resaltar lo conveniente detener gamas semanales de revisión y trimestrales, debido a que esto se traducirá en un mínimo gasto en recursos, así como de un fiable manejo de la información que dará tiempo suficiente para que se pueda establecer algún tipo de tarea en caso de que amerite, a más por la naturaleza de las maquinas que en caso de necesitar mantenimiento se puede manejar este intervalo de tiempo sin que se genere algún daño mayor, tal es el caso de un cambio de rodamientos, reemplazo de cables, carga de gas, etc...,esto en el caso de la gama semanal.

En cuanto a la gama trimestral se ha visto importante colocar este intervalo de tiempo relativamente corto para precautelar en la mayoría de las máquinas, en caso de resultar necesario un mantenimiento, un desgaste o daño derivado de un daño detectado en este trimestre, luego queda por supuesto la posibilidad a acortar o alargar el intervalo de revisión partiendo de un análisis del comportamiento de la maquinaria.

En vista de que se dispone de las gamas para llenado semanal y trimestralmente se elabora para fácil acceso en caso de consulta y para evitar incrementar el número de documentos por lo tanto el gasto en gestión documental, a elaborar una ficha de planta para registro y gestión de novedades tanto las semanales como las trimestrales, los mismo se detallan a continuación.

8.13. Inspección de mantenimiento trimestral

Tabla 24. Formato de inspección bomba de leche

INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO			No. de inspección
			xxxxx
Equipo	Fecha	Hora	Área
P03.01			Pasteurizado
ACTIVIDADES			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el estado general del cuerpo, soportes y apriete de pernos 2. Verificación del estado de las conexiones eléctricas 3. Verificación del estado de la tubería, soportes y uniones 4. Verificación del estado de las válvulas 5. Verificación del funcionamiento del tablero 6. Verificación del estado de lubricante 7. Revisión del impulsor 			
Comentarios:			
Técnico/Operador		Supervisor de mtto	
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	

Tabla 25. Hoja de inspección de mantenimiento bomba de agua caliente

INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO			No. de inspección
			xxxxx
Equipo	Fecha	Hora	Área
P03.02			Pasteurizado
ACTIVIDADES			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el estado general del cuerpo, soportes y apriete de pernos 2. Verificación del estado de las conexiones eléctricas 3. Verificación del estado de la tubería, soportes y uniones 4. Verificación del estado de las válvulas 5. Verificación del funcionamiento del tablero 6. Verificación del estado de lubricante 7. Revisión del impulsor 			
Comentarios:			
Técnico/Operador		Supervisor de mtto	
Nombre:		Nombre:	

Tabla 26. Inspección de mantenimiento Homogeneizador

INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO			No. de inspección
			XXXXX
Equipo	Fecha	Hora	Área
Homogeneizador			Pasteurizado
ACTIVIDADES			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el estado general del cuerpo, soportes y apriete de pernos 2. Verificación del estado de las conexiones eléctricas 3. Verificación del estado de la tubería, soportes y uniones 4. Verificación del estado del cierre hermetico de las válvulas 5. Verificación del funcionamiento del tablero 6. verificacion de manómetros 7. Verificar el estado del aceite 			
Comentarios:			
Técnico/Operador		Supervisor de mtto	
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	

Ilustración 20. Equipo Homogeneizador

Tabla 27. Formato de inspección de motorreductores

INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO			No. de inspección
			XXXXX
Equipo	Fecha	Hora	Área
Motoreductores			Pasteurizado
ACTIVIDADES			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el estado general del cuerpo, soportes y apriete de pernos 2. Verificación del estado de las conexiones eléctricas 3. Revisión de tapones de sello y empaques. 4. Revisión de bobina del motor 5. Verificación del funcionamiento del pulsadores de control 6. Verificación del estado de lubricante 7. Revisión de engrase de cojinetes 			
Comentarios:			
Técnico/Operador		Supervisor de mto	
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	

Ilustración 21. Conjunto Motorreductores

Tabla 28. Inspección de mantenimiento paneles de control

INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO			No. de inspección
			xxxxx
Equipo	Fecha	Hora	Área
Paneles de control			Pasteurizado
ACTIVIDADES			
<ol style="list-style-type: none"> 1. limpieza de la superficie del panel de control. 2. Reapretar los tornillos del sistema de fuerza, partes electronicas y de control 3. Limpiar el tablero con desengrasante electrico 4. Comprobacion de voltaje de alimentacion sea la adecuada. 			
Comentarios:			
Técnico/Operador		Supervisor de mtto	
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	

Ilustración 22. Paneles de control

8.14. Instrucciones de mantenimiento de Homogenizador

Lubricación: El cambio de aceite se debe realizar 1 vez al año.

Limpieza: Se debe realizar limpieza con agua, a una temperatura de 80°C a 90°C

Inspecciones para realizar en homogeneizador

- Escuchar el tipo de ruido que emita, debido a que si produce ruido fuerte se debe realizar revisión interna de esta.
- Verificar que el cambio de presión en el manómetro debe ser inferior a 2 MPa
- La temperatura máxima que puede soportar es de 150 °C
- La válvula homogeneizadora puede trabajar desde 1 a 100 MPa.
- El suministro eléctrico de esta máquina es de 380 V

Cambio de piezas

- Cambiar empaques de pistones de material fluorescente
- Ajustar pistones

Mantenimiento general del motorreductor



Ilustración 20. Motorreductor Motovario

El excelente acabado de las partes internas garantiza un correcto funcionamiento con un mínimo mantenimiento. En general, se aplican las siguientes reglas: control periódico de la limpieza externa de los grupos, principalmente en las zonas más afectadas por la refrigeración; control periódico de las eventuales pérdidas de lubricante, sobre todo en las zonas de los retenes; control o limpieza de los orificios presentes en el tapón de ventilación. Para los productos no lubricados de por vida, controlar periódicamente la correcta cantidad de lubricante a través de los relativos testigos de nivel.

En caso de que se deba llenar con lubricante, utilizar el tipo de la misma marca o en todo caso compatible con el que está presente en el grupo. Usar los aceites y las grasas recomendados por Motovario. En caso de cambio de aceite (productos no lubricados de por vida) respetar las recomendaciones arriba indicadas. Si un componente no ofrece una garantía suficiente de fiabilidad funcional, no dudar en cambiarlo. Cambiar las piezas desgastadas exclusivamente por repuestos originales. El uso de piezas no originales puede comprometer el buen funcionamiento del grupo, además de anular la validez de la garantía. Para efectuar el pedido de componentes seguir las indicaciones de la sección repuestos correspondiente al grupo específico.

1. Mantener el grupo eficiente con los controles periódicos de ruido, vibraciones, absorción y tensión, desgaste de las superficies de rozamiento, pérdida de lubricante, juntas, empalmes atornillados que no estén desgastados, deformados o corroídos efectuando el restablecimiento de estos.
2. Mantener el grupo limpio, eliminando el polvo y eventuales residuos de elaboración (no usar disolventes ni otros productos no compatibles con los materiales de fabricación; no dirigir chorros de agua a alta presión directamente sobre el grupo).

8.15. Mantenimiento ordinario motorreductores.

Tabla 29. Tabla de mantenimiento ordinario motorreductor Motovario

<i>Frecuencia</i>	<i>Objeto</i>	<i>Control</i>	<i>Operación</i>
Diario	Todo el grupo.	Control temperatura y ruido.	Parada y control.
Semanal	Tapón de ventilación.	Obstrucción por presencia de polvo. Para las posiciones de los tapones remitirse a las POSICIONES DE MONTAJE.	Desatascar el orificio.
1 000 h/5 meses	Aceite.	Nivel.	Relleno.
	Retenes, juntas y tapones	Pérdidas de aceite y envejecimiento.	Sustitución.
	Brazos de reacción (casquillos de polímero).	Envejecimiento.	Sustitución.
Anual o, de todos modos, a Intervalos variables (según los influjos externos)	Todo el grupo.	Control y comprobación de los ajustes y del estado de funcionamiento de los dispositivos instalados.	Ajuste. Limpieza y restablecimiento del funcionamiento de los dispositivos (si es necesario, sustituir los mismos).
4 000 h/3 años (T=80°C)	Aceite mineral.	Ninguno.	Sustitución.
8 000 h/6 años (T=80°C)	Aceite sintético.	Ninguno.	Sustitución.

Capítulo IV

Costos de Mantenimiento

IX. Capítulo IV. Costos de mantenimiento

9.1. Datos financieros del plan de mantenimiento preventivo

En la implementación de un plan de mantenimiento preventivo es necesario conocer el costo que se realizará en la ejecución de los procedimientos, ya que hay un número de requerimientos a considerar. Con esto se determinará la viabilidad del plan propuesto. A continuación, le señalamos los costos.

9.2. Costo de aplicación del proyecto.

Introducción.

Desde el planteamiento del problema de que existía una inadecuada o inexistente gestión del mantenimiento, que según el personal del área esto ha provocado que los equipos se hallan deteriorado con el paso del tiempo, evidentemente esto representa un perjuicio para aquellos estudiantes que necesiten hacer sus prácticas, y además de eso de contar con un equipo industrial al cual se le puede aprovechar para elaborar productos lácteos de buena calidad.

Para mitigar dicha situación se ha planteado los lineamientos para un plan de mantenimiento, el cual evidentemente tiene un costo que se deberá asumir por la universidad, a continuación, se detallan los valores de dicha implementación:

Contratación de la persona idónea para el cargo de Jefe de Mantenimiento: al momento de considerar una contratación para este cargo hay que tener en cuenta que existen actividades que requieren cierto grado de conocimiento de la mecánica de los equipos, electrónica básica, programación tal es el caso del pasteurizador, compresores, cámara de frío, entre otros que requieren de un conocimiento básico de programación, a la vez se cuenta también con elementos neumáticos, hidráulicos en los equipos al momento, por lo cual el proceso de selección sería para un técnico en mecatrónica o un mecánico.

9.3. Contratación del encargado de mantenimiento

En la contratación se detallan los valores de contratación, afiliación y beneficios legales a la fecha, todos los valores mencionados se han investigado de acuerdo a la normativa laboral actual, lo que queda sujeto a cambios en el Ministerio de Relaciones Laborales, el importante manifestar que para sencillez de comprensión se ha dejado planteado un horario de trabajo que no incurra ni en horas extraordinarias ni suplementarias.

Tabla 30. Costo de encargado de mantenimiento

Ítems	Valor anual	Valor mensual	Observación
Sueldo del técnico		8000 C\$	
Aporte al inss (6.25%)		500 C\$	Sin horas extraordinarias.
Décimo tercer mes	8000	666.67C\$	
Total	98000 C\$		

9.4. Costos

Se tomará como ejemplo el presupuesto de mantenimiento preventivo para el año 2020 realizado para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad Estelí, conociendo como cierre el 31 de enero de 2021, de acuerdo con los datos investigados y se obtiene la siguiente información:

- Horas hombre (H-H) de mantenimiento son: 32 H-H
- Horas máquinas de producción son de: 156 H-M
- Volumen de producción es de: 130
- Costo de materiales variables es de: C\$ 4,730
- Costo de mantenimiento fijo: C\$ 7,000

Está planificado realizar mantenimiento preventivo general para el mes de febrero, consumiendo 32 H-H y 7,000 C\$ en materiales, hasta el mes de mayo se dará inicio al mantenimiento especial, el cual antes de este se realizaba fuera de la empresa teniendo un costo de C\$ 35,000. El mantenimiento general se realiza cada 3 meses, comenzando en el mes de febrero. Además, los días laborales del técnico de mantenimiento son de: 6 días al mes, con 8 horas y el salario es de C\$ 218.75 la hora.

A continuación, se muestra la tabla que refleja los costos que se realizan en el mantenimiento

Tabla 14. Costos de mantenimiento*Tabla 31. Costos de mantenimiento*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
VOLUMEN DE PRODUCCION (H-M)	130	100	125	110	120	118	125	120	110	115	100	130
C. VARIABLE DE M.O	1,344	1,034	1,292	1,137	1,241	1,220	1,292	1,241	1,137	1,189	1,034	1,344
C. VARIABLE DE MATERIALES	3,958	3,045	3,806	3,349	3,654	3,593	3,806	3,654	3,349	3,502	3,045	3,958
C FUJO DE M.O	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850
C FUJO DE MANTENIMIENTO (MATERIALES)	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983	8,983
COSTO VARIABLE DE M.O (MANT ESP)	0	0	0	0	1,050	1,033	1,094	1,050	963	1,006	875	1,138
COSTOS FUOS M.O (MANT ESP)	0	0	0	0	600	600	600	600	600	600	600	600
C VARIABLE DE MATERIALES (MANT ESP)	0	0	0	0	696	684	725	696	638	667	580	754
C F MATERIALES(MANT ESP)	0	0	0	0	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
C TOTAL (MANT ESP) SUB CONTRATAC.	35,000	35,000	35,000	35,000	3,746	3,717	3,819	3,746	3,601	3,673	3,455	3,892
C MANO DE OBRA (MANT PREV. GEN)	0	7,000	0	0	0	7,000	0	0	0	7,000	0	0
C MATERIALES (MANT PREV. GEN)	0	7,000	0	0	0	7,000	0	0	0	7,000	0	0
C TOTAL (MANT PREV GEN)	0	14,000	0	0	0	14,000	0	0	0	14,000	0	0
COSTOS TOTALES DE M.O	5,194	11,884	5,142	4,987	6,741	13,702	6,836	6,741	6,550	13,645	6,359	6,932
COSTOS TOTALES DE MATERIALES	12,942	19,028	12,789	12,333	14,733	21,661	14,914	14,733	14,371	21,552	14,008	15,096
COSTOS VARIABLES TOTALES	5,302	4,079	5,098	4,487	6,640	6,530	6,917	6,640	6,087	6,364	5,534	7,194
COSTOS FUOS TOTALES	47,833	47,833	47,833	12,833	14,833	14,833	14,833	14,833	14,833	14,833	14,833	14,833
COSTOS TOTALES	53,136	51,912	52,932	17,320	21,474	21,363	21,750	21,474	20,920	21,197	20,367	22,027

Volumen de producción: es el grado de uso de la capacidad de producción. Se la suele medir como un porcentaje de uso de dicha capacidad. También se usan magnitudes absolutas, como unidades producidas, horas de servicio insumidas, cantidad de servicios realizados. (Academic, 2000-2002)

Costo Variable de Mano de Obra: es el pago que la empresa realiza a los trabajadores por el trabajo desempeñado. Para calcular este costo se multiplica (TMO x Volumen de producción x Salario del trabajador).

Costo Variable de Materiales: este costo surge cuando la empresa utiliza su recurso como herramientas o material para usarlo para determinada labor. Para poder calcular costo variable de materiales es Costo de Materiales Variable / HM de producción.

Costo Fijo de mano de obra: estos son independientes de la producción estando presente en los pagos de los trabajadores.

Costo Fijo de Mantenimiento: son aquellos gastos generados al reparar un equipo o Maquina en un determinado tiempo. Para calcular este costo se debe hacer este cálculo lo que cuesta la maquina encendida por el volumen de producción.

Costo Variable de Mano de Obra Especial: son aquellos gastos que la empresa hace cuando tiene que contratar un obrero que no pertenece a la empresa.

Todos los costos especiales, son gastos generados al momento que se realiza un mantenimiento al equipo de la empresa.

9.6. Costo del presupuesto de materiales para mantenimiento

A continuación, se señalan los costos de los materiales que se necesitan para realizar el mantenimiento y el costo de mano de obra que paga la fábrica por el mantenimiento correctivo.

Presupuesto de materiales

Tabla 32. Presupuesto de materiales

Presupuesto de materiales para mantenimiento				
Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario C\$	Precio Total
Aceite engrasante	Lata	3	C\$ 70.00	C\$ 210.00
Cepillos	Set	2	C\$ 120.00	C\$ 240.00
Tenazas	Set	1	C\$ 400.00	C\$ 400.00
Set de llaves	Set	1	C\$ 450.00	C\$ 450.00
Set de desatornilladores	Set	1	C\$ 300.00	C\$ 300.00
Anillos de hule	Unidades	30	C\$ 0.50	C\$ 15.00

Taladro	Unidades	1	C\$ 1,100.00	C\$ 1,100.00
Alcohol	Unidades	3	C\$ 60.00	C\$ 180.00
Guantes de látex	Caja	1	C\$ 90.00	C\$ 90.00
Empaques	Unidades	70	C\$ 0.50	C\$ 35.00
Lijas	Unidades	8	C\$ 10.00	C\$ 80.00
Arandelas	Unidades	20	C\$ 1.00	C\$ 20.00
Anillo de compresión	Unidades	4	C\$ 300.00	C\$ 1,200.00
Pinzas instaladoras de anillo	Unidades	1	C\$ 110.00	C\$ 110.00
Cojinetes	Unidades	3	C\$ 100.00	C\$ 300.00
			Total,	C\$ 4,730.00

9.7. Análisis de presupuesto de materiales

En el presupuesto se calcularon los gastos generales de stock, así mismo reflejando el costo de la compra de materiales y repuestos para la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo.

También se calculó la mano de obra del técnico de mantenimiento, la cual se muestra el costo por hora.

El costo de mano de obra de mantenimiento se calculó de la siguiente forma:

Mano de obra de mantenimiento = $7,000 / 32 = 218.75$ dando un resultado de C\$ 218.75 por hora.

9.8. Conclusiones

En la medida que se hace uso de máquinas o equipos en una empresa, estos van sufriendo un desgaste, lo cual aumenta la probabilidad de fallas, por esta razón se propone una serie de actividades con cierta prioridad con el fin de mitigar y anticiparse a la ocurrencia de la falla y así extender el periodo de vida del equipo

Se cumplió con los objetivos propuestos, ya que se proveyó herramientas de fácil aplicación, se establecieron los procedimientos de mantenimiento que permiten al encargado de mantenimiento aplicarlos fácilmente, también se desarrollaron rutinas para el registro y la programación de actividades.

El mantenimiento preventivo es un factor importante en la vida económica de una máquina ya que un programa bien definido de mantenimiento preventivo producirá una extensión de la vida útil de los componentes de una unidad y, además, producirá una baja en los costos de reparaciones y tiempo de paro no planeado, que son los más significativos entre los costos de operación.

Con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se proporcionará soluciones anticipadas ante la presentación de paros de máquina y con la correcta ejecución de las rutinas e inspecciones de mantenimiento evitará el aumento de averías y las constantes reparaciones.

9.9. Recomendaciones

Si los procedimientos son elaborados por los operarios de máquinas y el encargado de mantenimiento, ambos deberán comprender el uno y el otro, su papel y cooperar entre sí para el cumplimiento de las actividades y procedimientos, realizando deberes respectivos.

Es importante que el personal operarios de máquinas y el encargado de mantenimiento deben tener el conocimiento y darle la debida importancia al ejecutar el plan y tener en cuenta los beneficios que pueden recibir tanto la empresa como las máquinas al implementarlo

Brindar capacitación a los operarios de máquinas, para que se adapten a los cambios laborales y ellos puedan aportar a la conservación de las máquinas.

Es recomendable contratar a un trabajador fijo de mantenimiento, con un pago mensual de C\$ 7,300 constando de 8 horas laborales para la rehabilitación de esta planta.

Es importante que la persona que contraten como encargado de mantenimiento, envíe las solicitudes de requerimiento de mantenimiento preventivo al propietario, detallando la compra de materiales y repuestos que se necesitan, para que este cotice precios y luego haga el presupuesto de la compra, debido a que él es quien se encarga de la administración de este laboratorio.

Bibliografía

(s.f.). Obtenido de <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>

Academic. (2000-2002). Obtenido de <https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/857565>

Andrés, G. M. (11 de Noviembre de 2001). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/costos-produccion-mano-obra/>

DUFFUAA Salih, R. A. (2002). *Sistemas de mantenimiento: Planeacion y control*. Editorial Limusa SA de C.V.

Botero, A. (2008). *Mantenimiento preventivo*. Venezuela: desconocida.

Freddy, C. H. (2006). En C. H. Freddy, *Plan de mantenimiento*

<http://mantenimientosindustriales2009.blogspot.com/2009/05/historia-del-mantenimiento.html>

2 REY SACRISTAN, Francisco, “Manual del mantenimiento integral de la empresa” 2da edición, Editorial Fundación Confemetal, España 2001

REY SACRISTAN, Francisco, “Manual del mantenimiento integral de la empresa” 2da edición, Editorial Fundación Confemetal, España 2001

Par el plan de mantenimiento

<http://www.monografias.com/trabajos67/funcion-mantenimiento/funcion-mantenimiento2.shtml>