



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM - Estelí

Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad de Estelí, realizado en el segundo semestre de 2017.

Trabajo de seminario de graduación para optar al grado de Ingeniero en la carrera Ingeniería Industrial

Autora:

❖ Lady Iveth Castellón González

Tutor:

M.Sc. Wilfredo Van de Velde

Estelí, 31 de enero de 2018



Índice

I. Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción del problema	4
1.3 Justificación.....	5
II. Objetivos	6
2.1 Objetivo General:	6
2.2 Objetivos Específicos:	6
III. Marco Teórico	7
3.1 Mantenimiento.....	7
3.2 Conservación	7
3.3 Preservación	7
3.4 Tipos de mantenimiento	7
3.5 Mantenimiento Preventivo	9
3.5.1 Objetivos del mantenimiento preventivo	9
3.5.2 Características.....	10
3.5.3 Importancia	10
3.6 Costos de mantenimiento.....	10
3.7 Aspectos a analizar en las máquinas	11
3.7.1 Vida útil de un equipo	11
3.7.2 Disponibilidad	11
3.7.3 Confiabilidad.....	11
3.7.4 Mantenibilidad.....	12
3.8 Análisis y cálculos de la frecuencia para el mantenimiento.....	12
3.9 Tiempos de máquinas	13
3.10 Análisis de la teoría de la fiabilidad	15
3.11 Diagrama de Ishikawa o causa y efecto.....	16
3.12 Curva de la bañera	17
3.13 Diagrama de Gantt.....	18
3.14 Diagrama de Pareto	20
3.15 Calculo de Horas Hombre.....	21
3.16 Formatos para el mantenimiento	22
IV. Hipótesis de investigación	23

4.1	Cuadro de operacionalización de variables.....	23
V.	Diseño metodológico	24
5.1	Localización de la investigación	24
5.2	Tipo de investigación.....	24
5.3	Tipo de investigación según los datos empleados	26
5.4	Participantes	27
5.5	Universo, población y muestra	27
5.6	Técnicas e instrumentos de recolección de información	28
5.7	Materiales y equipos	29
5.8	Etapa de la investigación	30
VI.	Análisis de resultados	31
VII.	Conclusión	44
VIII.	Recomendaciones	45
IX.	Bibliografía	46
I.	Plan de mantenimiento preventivo	53
II.	Resumen Ejecutivo	54
III.	Objetivos	55
3.1	Objetivo General	55
3.2	Objetivo Específico.....	55
IV.	Marco Teórico	59
4.1	Mantenimiento.....	59
4.2	Planeación del mantenimiento	59
4.3	Importancia del recurso humano en el mantenimiento preventivo	59
4.4	Función del encargado de mantenimiento	59
4.5	Actividades de mantenimiento preventivo	60
4.5.1	Acciones que provocan mal funcionamiento en las máquinas.	60
4.5.2	Actividades que deben realizarse a las máquinas	61
4.5.3	Indicaciones para realizar limpieza.....	62
4.5.4	Indicaciones para realizar inspecciones:	62
4.5.5	Instrucciones de lubricación	62

4.6	Niveles de inspección.....	63
4.7	Concepto de fallas.....	64
4.8	Indicadores de mantenimiento	64
V.	Descripción y funcionamiento de las maquinas que serán objeto de estudio para el mantenimiento.....	66
5.1	Descremadora.....	66
5.2	Pasteurizadora	68
5.3	Homogeneizador de pistones.....	70
5.4	Partes de las máquinas.....	71
VI.	Procedimientos para la implementación del mantenimiento preventivo.	81
VII.	Aplicación de herramientas para mantenimiento preventivo.....	91
7.1	Aplicación de curva de la bañera en máquina descremadora.....	91
7.2	Aplicación de curva de la bañera en pasteurizadora.....	93
7.3	Aplicación de curva de la bañera en homogeneizador.....	95
7.4	Diagrama de Ishikawa.....	98
7.5	Diagrama de Pareto	100
7.6	Diagrama de Gantt anual	103
VIII.	Formatos de mantenimiento preventivo.....	104
IX.	Frecuencia e instrucción de mantenimiento de maquinas.....	114
X.	Datos financieros del plan de mantenimiento preventivo	118
XI.	Conclusiones.....	122
XII.	Recomendaciones.....	123
XIII.	Bibliografía.....	124

Índice de figuras

Figura 1: Curva de la bañera.....	18
Figura 2: Diagrama de Gantt.....	19
Figura 3: Fabrica Helados Belen.....	24
Figura 4: Descremadora.....	68
Figura 5: Pasteurizadora.....	70
Figura 6: Homogeneizador.....	71
Figura 7: Base de tazón.....	72
Figura 8: Porta platos.....	72
Figura 9: porta platos.....	72
Figura 10: Cojinete.....	73
Figura 11: Cono de ajuste.....	73
Figura 12: Base de tazón.....	74
Figura 13: Tapon de lubricación de caja.....	74
Figura 14: Eje propulsor.....	75
Figura 15: Eje propulsor.....	75
Figura 16: Motor eléctrico.....	75
Figura 17: Sensores.....	76
Figura 18: Valvula de alta compresiones homogenización.....	77
Figura 19: Neumatica de bomba homogeneizadora.....	77
Figura 20: Valvula unidireccional.....	78
Figura 21: Valvula de bola.....	78
Figura 22: Juntas de motor.....	79
Figura 23: Pistón.....	79
Figura 24: Bloque o cabezal de compresión.....	80
Figura 25: Valvula estándar homogeneizadora.....	80
Figura 26: Ventilador.....	81
Figura 27: Manometro.....	81
Figura 28: Tuberia de agua de enfriamiento del homogeneizador.....	81

Índice de tablas

Tabla 1: Datos técnicos de la descremadora.....	67
Tabla 2: Recomendación para la pasteurización	69
Tabla 3: Datos técnico del homogeneizador.....	71
Tabla 4: Inventario de equipo.	83
Tabla 5: Valoración de las Maquinas.....	83
Tabla 6: Especificación de codificación	86
Tabla 7: Datos de la curva de la bañera.	91
Tabla 8: Datos de curva de la bañera.	94
Tabla 9: Datos de curva de la bañera.	96
Tabla 10: Diagrama de Pareto.....	100
Tabla 11: Diagrama de Pareto.....	101
Tabla 12: Diagrama de Pareto.....	102
Tabla 13: Datos de actividades.....	103
Tabla 14: Frecuencia de mantenimiento de descremadora.	114
Tabla 15: Frecuencia de mantenimiento de Homogenizador.	114
Tabla 16: Frecuencia de mantenimiento de pasteurizadora.	115
Tabla 17: Presupuesto de Material para Mantenimiento.....	121

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme la sabiduría, fortaleza, confianza y perseverancia para lograr los objetivos que me propongo.

A mis padres por el apoyo y motivación que me dieron a lo largo de mi formación académica.

También agradezco la ayuda, dedicación al profesor Luis Lorenzo Fuentes quien nos brindó conocimientos útiles basados en la ingería y al tutor M.Sc Wilfredo Van de Velde, que nos brindó pautas para la elaboración del presente trabajo y a los diferentes docentes que compartieron conocimientos durante el periodo de la carrera.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios por dirigirme cada día y por todas las bendiciones recibidas y a mis padres por darme todo lo necesario para cumplir este logro.

Datos generales de la empresa

Misión

Somos una empresa dedicada a la producción y comercialización de helados, con el fin de ofrecer un producto de excelente calidad a precios justos, brindando confianza y satisfaciendo las expectativas de nuestros consumidores con la variedad de sabores que ofrecemos.

Visión

Nuestra empresa helados Belén tiene como visión, distribuir y darse a conocer a nivel departamental con buen producto, incrementando la variedad de estos, contar con un buen equipo de trabajo comprometido a brindar calidad y servicio.

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo se realizó en el área de producción de la fábrica Helados Belén de la ciudad de Estelí, Nicaragua. Dicho trabajo presenta la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado.

Se pretende dar a conocer un instrumento necesario para el adecuado funcionamiento y conservación de las máquinas, permitiendo optimizar la disponibilidad de los equipos y conservar la vida útil de estos.

En el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se reflejará las estrategias que se deben implementar para permitir la conservación de las máquinas de helados, reducir las paradas de producción ocasionadas por la mala implementación de mantenimiento, reducir los factores de desgaste, deterioro y ruturas, para que los equipos alcancen una mayor vida útil.

Por lo cual se programará una rutina de mantenimiento que llevará las actividades a ejecutar, mediante formatos que ayudarán a llevar un registro de actividades y mantener un control de las mismas. Dentro de estos formatos se encuentran las hojas de vida de las máquinas, órdenes de trabajo que permitirán mostrar las fallas que pueden presentar las máquinas y las soluciones que serán de ayuda para corregir los problemas.

La metodología constará de: localización del área de estudio, diagnóstico de la situación actual, maquinarias utilizadas, método utilizado para la conservación de sus máquinas.

Dentro de las principales herramientas para la preservación de la vida de las máquinas, es la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo contando con personas que se encarguen de ello, debido a que los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por si solos.

Con la elaboración del plan se pretende brindar información e instrumentos para llevar a cabo la operación del mantenimiento, capacitando a las personas encargadas de estas labores, realizando trabajos técnicos o especializados, con la

finalidad de conseguir el máximo nivel de efectividad en la producción y proporcionar seguridad para el personal al menor costo posible.

En esta fábrica se necesita implementar este tipo de mantenimiento para proporcionar la confiabilidad, lo cual permitirá que los equipos funcionen adecuadamente, minimizando los riesgos de paradas o fallas indeseadas, las cuales provocan menor capacidad productiva de helados.

I. Introducción

El mantenimiento preventivo es un concepto enfocado al desarrollo del mantenimiento de maquinaria y equipos en donde se encuentra involucrado directamente al personal productivo.

La realización del mantenimiento preventivo en las máquinas es importante para llevar a cabo actividades necesarias y oportunas, para la prevención de daños, mejorar la efectividad de estos y definir las frecuencias con que se debe realizar.

En la investigación se identificará la situación actual del mantenimiento que se aplica en las máquinas de la fábrica de helados Belén, para encontrar las fallas presentadas, paros inesperados y de esta manera buscar una alternativa adecuada para evitar estos problemas.

Para la conservación de las máquinas, es fundamental recurrir al mantenimiento preventivo, que consiste en seleccionar las maquinas o equipos que formarán parte del mantenimiento, conocer sobre el manual de funcionamiento de las máquinas, revisión, valoración del grado de deterioro.

El diseño del plan de mantenimiento preventivo surge de la necesidad de alcanzar la eficiencia funcional de las máquinas, en donde se quiere reducir la inversión de costos de producción provocados por el mal funcionamiento o averías y garantizar mejor seguridad en las labores que realizan los operadores, también obtener incremento considerable en la productividad.

Para lograr satisfacer los aspectos anteriores, se requiere llevar a cabo un método de trabajo que permita realizar intervenciones en las máquinas antes de que la avería se produzca, de forma periódica, teniendo en cuenta factores que pueden estar afectando, como vibración, temperatura o el ruido, lo que permite predecir que en breve se producirá una avería.

Dentro de las actividades que lleva el plan de mantenimiento incluye la realización de inspecciones tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, análisis,

limpieza, lubricación, calibración, de acuerdo a un orden lógico que se creará en el plan.

Con la ejecución del plan se tiene como perspectiva aumentar la eficiencia de las máquinas, manejar documentos que contengan: inventario, codificación de las máquinas, procedimientos para la ejecución del mantenimiento, formatos de trabajo necesarios para registrar y controlar las tareas que se están realizando

1.1 Antecedentes

La fábrica helados Belén es una empresa privada, fundada en 2003 que surgió como una iniciativa que tuvieron personas procedentes del país Panamá, al instalar una pequeña empresa en la ciudad de Estelí. En su inicio se dedicaron a la elaboración y comercialización por mayor y al detalle de un único producto.

Desde ese tiempo cuenta con máquinas procesadoras de helado, como son: descremadora, pasteurizadora, homogenizador, tanque de maduración, tanque de agua, cremadora, paleta, batidora. Hoy en día es una empresa reconocida a nivel de esta ciudad, en el mercado de productos alimenticios helados, por la variedad y precios accesibles.

Esta fábrica a lo largo de los años ha buscado proporcionar un producto de calidad a los clientes, por medio de la aplicación de higiene y seguridad y la implementación de máquinas industriales para la realización de los procesos productivos.

Para sobresalir en el mercado se debe tomar en cuenta los componentes que determinan el éxito de una empresa, ya que hoy en día para que las empresas sean realmente competitivas se necesitan productos novedosos, únicos y contar con máquinas o equipos industriales que marquen la diferencia de las demás empresas.

Esta fábrica no cuenta con manuales de operación, ni con instructivos de las máquinas, ni se han realizado documentos que contenga plan de mantenimiento. Solamente aplican el mantenimiento correctivo, que es atendido por un técnico externo para realizar las reparaciones. Por este motivo sería vital realizar un mantenimiento preventivo en las máquinas de esta empresa para prevenir las fallas

antes de que estas ocurran, porque de estas depende el desarrollo de las actividades productivas.

La necesidad de implementar adecuadamente el mantenimiento preventivo, constituye la base fundamental para optimizar la operatividad de los equipos.

Es necesario considerar que en la mayoría de las empresas, sobre todo las menos evolucionadas que cuyos recursos físicos exigen labores de preservación, tomen en cuenta que para el cumplimiento de ello, es necesario que durante la vida útil de sus máquinas o equipos, sean atendidos por personas de diferentes niveles de conocimiento, como son: el técnico, especialista de mantenimiento de maquinarias e ingeniero, pero además que tengan el lugar y materiales necesarios para lograr hacer el trabajo correspondiente de preservación.

1.2 Descripción del problema

La fábrica helados Belén, realiza una incorrecta aplicación de técnicas de mantenimiento en las máquinas utilizadas para el proceso de elaboración de helados, lo que ha ocasionado paros de producción, deterioro de máquinas y gastos de mantenimiento correctivo, que podrían ser evitados o disminuirse.

El mantenimiento que se realiza a la máquina, es de tipo correctivo, lo cual ocasiona daños imprevisibles en las máquinas, baja calidad en las reparaciones, debido a la rapidez en la intervención, produciendo trabajos defectuosos.

Este tipo de intervenciones generan otras por la mala reparación lo cual es la respuesta a los problemas. Esto conlleva acudir al desarrollo de actividades de mantenimiento preventivo. Además, la ausencia de mantenimiento provoca incidentes de seguridad en el proceso productivo.

Al analizar la problemática con respecto al mantenimiento que presenta la empresa, se determina la necesidad que existe de diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar el mantenimiento en la misma. Elaborando un documento que sirva de guía para la ejecución de actividades y de esta forma contribuir a la conservación de los recursos propios de la empresa, evitar problemas de funcionamiento y paros de operación.

1.3 Justificación

Existe un elemento fundamental en la eficiencia de los equipos de las empresas, como mantenerlos en buen funcionamiento, para obtener mayor rendimiento de las mismas y realizar un mejor proceso de producción.

Observando el desarrollo de la actividad productiva de esta fábrica, nos encontramos con la necesidad de implementar un mantenimiento preventivo en las máquinas existentes en ella, debido a que este permite realizar inspecciones periódicas que revelan condiciones de las posibles fallas que puedan ocurrir, reduce paros imprevistos de producción, lo cual muchas veces no es puesto en práctica por la negligencia o poca información que tienen los dueños de empresas.

Se pretende el buen funcionamiento de la máquina y que el operador trabaje de forma segura, proporcionando calidad en los productos que se elaboran, tomando en cuenta los parámetros de mantenimiento, identificando las necesidades que tienen las máquinas, empezando desde limpieza, emisión de ruido anormal, producción defectuosa, hasta las reparaciones preventivas más difíciles.

Con la puesta en marcha de este mantenimiento, se tiene como objetivo prevenir los problemas o posibles daños que puedan presentar las máquinas, minimizar la gravedad de las averías corrigiendo anticipadamente y manteniéndolas en el punto óptimo de funcionamiento y eficiencia.

Este mantenimiento se lleva a cabo mediante la inspección de las máquinas, cambio de componentes que no están dando su respectivo funcionamiento para garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de las máquinas de manera segura, eficiente.

Para lograr un buen desempeño de las actividades productivas es necesario que los responsables o técnicos de mantenimiento apliquen un mantenimiento adecuado, debido a que es un beneficio económico en la actividad productiva, porque se alarga la vida útil, evitando desperfectos en las máquinas y altos costos de reparación.

II. Objetivos

2.1 Objetivo General:

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad Estelí, realizado en el II semestre del año 2017.

2.2 Objetivos Específicos:

- Identificar la situación actual del mantenimiento que se realiza en las máquinas procesadoras de helado de la fábrica Belén.
- Diseñar plan de mantenimiento preventivo para 3 máquinas utilizadas en el proceso productivo de helados de la fábrica Belén, que sirva de guía para su ejecución y que optimice la vida útil.
- Determinar los problemas que causa la inadecuada aplicación de mantenimiento en las máquinas.

III. Marco Teórico

3.1 Mantenimiento

Según Souris, L. (1996) Define el mantenimiento como: “Conjunto de acciones que permiten mantener un equipo o restablecer un bien (maquinarias, equipos, instalaciones) en buen estado de funcionamiento, para así obtener una mayor disponibilidad de dichos equipos hasta un tiempo finito de vida útil, a un costo mínimo”.

Son las actividades e intervenciones que se llevan a cabo en un equipo de trabajo para conservarlo en condiciones óptimas de productividad y seguridad.

3.2 Conservación

La conservación es toda acción humana que mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos contribuyen al aprovechamiento de los recursos existentes. (Cabrera, 2005)

3.3 Preservación

Es la acción humana encargada de evitar daños a las máquinas existentes, se refiere al cuidado de la máquina y el costo de su ciclo de vida; puede ser correctiva si se ejecuta para repararlo o preventiva si se ejecuta para proteger la máquina. daño de la máquina. (Dounce, 1998).

3.4 Tipos de mantenimiento

Estos se agrupan en 3 principales clases y se agrupan de acuerdo a especificaciones y cada uno tiene ventajas, desventajas y diferencia en sus costos.

3.4.1 Mantenimiento Correctivo

Lira A. (2009), afirma que el mantenimiento correctivo comprende el mantenimiento que se realiza con el fin de corregir los defectos que ha presentado un equipo o maquinaria y se clasifica en:

- a) No planificado: Es el mantenimiento que debe efectuarse con urgencia, ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, aplicación de normas legales, etc.).

- b) Planificado. Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

3.4.2 Mantenimiento Técnico

Es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo. También sigue en calidad de fiabilidad y costo, sus tiempos son cortos, están programados y es obligatorio para el personal de producción ceder el equipo según la programación (Manzanares, 2011).

3.4.3 Mantenimiento Predictivo

(Félix Barreto, 2015) Afirma que este mantenimiento consiste en determinar en todo instante la condición técnica, mecánica y eléctrica real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de variables físicas del equipo.

Este es el mantenimiento más avanzado que requiere de conocimientos técnicos y analíticos y para la implementación de este método requiere de inversión en equipos sofisticados, instrumentos y contratación de personal calificado.

3.4.4 Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que se efectúa antes de que ocurra una falla o avería, se ejecuta bajo condiciones controladas. Se realiza a razón de la experiencia y capacidad del personal a cargo, los cuales deben determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento (Botero, 2008).

Con este tipo de mantenimiento se pretende garantizar la seguridad de los equipos, reducir la gravedad de las averías, evitar paradas productivas, reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes gastados.

Para llevar a cabo este mantenimiento se requiere de una disciplina de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado. Además,

si no se realiza correctamente, llega a generar un sobre costo, sin producir mejoras notables en la maquinaria y en la productividad. (Cogollo & Milanés, 2006)

3.4.5 Mantenimiento Progresivo

Es el conjunto de distintas actividades programadas, con el objetivo de ajustar la programación del equipo para desarrollar las tareas por fases, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso.

3.4.6 Mantenimiento periódico

(García Méndez, 2011), define que es el que se lleva a cabo periódicamente como su nombre lo señala con el fin de aplicar las actividades, después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en el que se le ejecutan pruebas y se realizan algunos cambios de piezas pertinentes.

3.4.7 Mantenimiento productivo Total

De acuerdo al instituto japonés de mantenimiento de planta JIPM, (2013) “El TPM establece un procedimiento que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de las empresas”.

Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

3.5 Mantenimiento Preventivo

Es el conjunto de intervenciones realizadas de forma periódica en una máquina o instalación, con la finalidad de optimizar su funcionamiento y evitar paradas imprevistas. (Jhon Campbell, 2009).

3.5.1 Objetivos del mantenimiento preventivo

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Evitar las paradas de máquinas por avería
- Evitar anomalías causadas por un mantenimiento insuficiente y minimizar la gravedad de las averías
- Conservar toda la maquinaria en condiciones óptimas de seguridad y productividad
- Alcanzar o alargar la vida útil de los bienes productivos
- Reducción de los costes de la empresa
- Integración de departamento de mantenimiento

3.5.2 Características

Botero (2008) describe que las características básicamente consisten en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas, para ello se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias; como, engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, etc. (p.35).

3.5.3 Importancia

Es importante porque al establecer una serie de rutinas de inspecciones periódicas con una buena planificación, se pueden minimizar el mantenimiento correctivo y evitar paradas imprevistas de producción. Hoy en día la industria asume los costes de esta periodicidad en las revisiones y en la sustitución de piezas como una inversión en la optimización de procesos con la que lograr mayor rentabilidad.

3.6 Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento son los precios pagados por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico (Grijalbo Mondadori, 1997).

Los costos en general se pueden agrupar en dos categorías: Costos Directos y costo Indirecto.

3.6.1 Costos directos.

Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones y por patente en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

3.6.2 Costos indirectos

Corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos que realiza la empresa, tanto en su oficina central como en la mano de obra, pero corresponde los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, transporte de maquinaria (Bravo, 1989).

3.7 Aspectos a analizar en las máquinas

3.7.1 Vida útil de un equipo

La vida útil de equipos está relacionado con intervalos de tiempo determinado en su ciclo de vida, donde se señala o se ubica, que en dicho periodo de tiempo el equipo trabajará eficientemente. (Milanes J, 2006, p.25).

También se señala el intervalo que indica mantener el equipo en operación, puede generar altas pérdidas económicas, más que beneficios económicos.

3.7.2 Disponibilidad

Milanes J. (2006), menciona que “es la capacidad técnico administrativa de una empresa, que tiene un inventario justo a tiempo y que suministra el material, en un momento oportuno listo para su uso” (p.26).

3.7.3 Confiabilidad

La confiabilidad es la probabilidad de que un producto realice su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

De otra forma se puede definir como la capacidad que tienen las instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, de realizar su función de la manera prevista.

3.7.4 Mantenibilidad

Es la capacidad técnico económico de realizar un mantenimiento en un equipo planeado en su diseño incluyendo materiales, tiempo y mano de obra. Tiene como objetivo que se ejecute en el menor tiempo posible, mínimo consumo de materiales, optima mano de obra. (Cogollo, 2006, p 26).

3.8 Análisis y cálculos de la frecuencia para el mantenimiento

3.8.1 Factor de costo

Se define como factor de costo, el costo de una inspección predictiva dividido entre el costo en que se incurre por no detectar la falla. En general, este costo es la condición de parada no planificada hasta el lugar donde ocurre la falla, multiplicado por la cantidad de dinero que se pierde por unidad de tiempo de parada el equipo que la presenta.(Garmendia, Mayo 2007)

La relación del factor de costo es la siguiente:

$$c = \frac{ci}{cf}$$

Ci: es el costo de una inspección predictiva (en unidades monetarias)

Cf: es el costo en que se incurre por no detectar la falla (en unidades monetarias)

3.8.2 Factor de falla

Se define como factor falla la cantidad de fallas que pueden detectarse con la inspección predictiva dividida entre la rata de fallas. (Muñoz, 2011)

La relación del factor de falla es la siguiente:

$$F = \frac{Fi}{\lambda}$$

Fi: es la cantidad de modos de falla que pueden ser detectados utilizando la tecnología predictiva (expresada en fallas por inspección)

λ : Es la rata de fallas presentada por el equipo y que además, podrían ser detectadas por la tecnología predictiva a ser aplicada (expresada en fallas por año).

3.8.3 Tipos de frecuencia de mantenimiento

3.8.3.1 La frecuencia diaria: A veces se aumenta y se realiza por turno e incluso por hora, se reserva a las actividades de mantenimiento realizadas por el personal de operación, que son casi exclusivamente de dos tipos: inspecciones sensoriales y tomas de datos.

3.8.3.2 La frecuencia mensual: se reserva exclusivamente para aquellas tareas mecánicas o eléctricas que no pueden realizarse con periodicidades mayores. En muchas ocasiones están relacionadas con elementos que sufren desajustes, aunque en algún caso se refieren al reemplazo de algún elemento.

3.8.3.3 La frecuencia trimestral: es la más utilizada cuando se trata de establecer la periodicidad con la que realiza tareas de mantenimiento predictivo. También se emplea para determinados trabajos eléctricos elementales.

3.8.3.4 La frecuencia anual: es la más utilizada para trabajos mecánicos, eléctricos y de instrumentación. La frecuencia anual se divide en dos: anual distribuida y anual en parada.

3.9 Tiempos de máquinas

3.9.1 Tiempo de vida útil

Es el tiempo considerado desde que se instala el recurso hasta que se retira de la empresa por cualquier concepto. El tiempo de vida útil lo estipula el fabricante. (Verzini, 2010)

3.9.2 Tiempo Activo

Es el que se considera necesario para el funcionamiento del recurso en la empresa, se divide en tiempo de operación y tiempo de paro. (Verzini, 2010)

3.9.3 Tiempo Inactivo

Es aquel en que el recurso no se considera necesario para el funcionamiento de la empresa, se divide en tiempo ocioso y tiempo de almacenamiento. (Verzini, 2010)

3.9.4 Ramas del tiempo activo e inactivo

3.9.4.1 Tiempo de Operación

Es cuando está funcionando dentro de los límites de calidad, de servicio estipulado. (Verzini, 2010)

3.9.4.2 Tiempo de Preparación

Es el que utiliza el operador antes de iniciar su labor, para verificar que el recurso funcione adecuadamente y esté provisto de todo lo necesario. (Verzini, 2010)

3.9.4.3 Inactivo (Tiempo de Paro)

Es cuando por motivos no planeados el recurso deja de funcionar dentro de los límites determinados, ocasionando pérdidas por desperdicios, deterioro excesivo del recurso, reproceso del producto e imposibilidad del uso. (Verzini, 2010)

3.9.4.4 Tiempo de Diagnóstico

Es el que se emplea para verificar el disfuncionamiento del recurso, su temperatura, niveles de vibración, de ruido, de aceite, de entradas y salidas de energía, observación de indicadores. (Verzini, 2010)

3.9.4.5 Tiempo de Rehabilitación

Es el usado para conseguir las partes o repuestos necesarios, herramientas y aparatos de prueba. (Verzini, 2010)

3.9.4.6 Tiempo para Reparar

Es el utilizado para reemplazar o reparar las partes del recurso que se haya gastado para lograr que este funcione dentro de los límites de calidad de servicio estipulado. (Verzini, 2010)

3.9.4.7 Tiempo de ajuste y calibración

Es el empleado para hacer pruebas y ajuste necesario hasta lograr que el recurso funcione dentro del rango de calidad de servicio esperado (Verzini, 2010)

3.9.5 División del Tiempo Inactivo

3.9.5.1 Tiempo ocioso

Es en el que se considera que el recurso no tiene necesidad de entregar ningún servicio por lo cual debe aprovecharse para ejecutar en él la conservación preventiva planeada (Verzini, 2010)

3.9.5.2 Tiempo de Rutina y órdenes de trabajo

Es el necesario para llevar a cabo el trabajo amparado por la rutina u orden de lo correspondiente (Verzini, 2010)

3.9.6 Tiempo de trabajo del personal

3.9.6.1 Trabajo Directo

Es el tiempo ocupado para hacer cualquier labor que esté encaminada para la conservación de la empresa (preservación o mantenimiento) tal como un trabajo preventivo o correctivo. (Verzini, 2010)

3.9.6.2 Trabajo Indirecto

Es el tiempo que ocupa el trabajador para preparar el trabajo directo, con el fin de llevar a cabo sin interrupción durante la jornada (obtención de herramientas, materiales, etc.) (Verzini, 2010).

3.10 Análisis de la teoría de la fiabilidad

La teoría de la fiabilidad es el conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos y prácticas operativas que mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de fallos, están dirigidos a resolver problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración de vida media y porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de un sistema. (Ramírez, 2013).

Es la probabilidad de que funcione sin fallos durante un tiempo determinado, en unas condiciones ambientales dadas

3.11 Diagrama de Ishikawa o causa y efecto

Es una herramienta que le permite investigar las causas que influyen en un efecto específico y genera soluciones a través del desarrollo ideas. Es útil para aplicarla en áreas como: calidad de los procesos, productos, servicios u otros.

Las causas en este diagrama se organizan con frecuencia, en seis categorías principales para usos en el proceso de fabricación: personal, máquinas, materiales, métodos, mediciones y medio ambiente. Estos diagramas pueden incluir cualquier tipo de causa que se desea investigar. (Blanco, 2014)

3.11.1 Aplicaciones de diagrama de Ishikawa

Según (Durán, 2015), las aplicaciones del diagrama Ishikawa son variadas entre ellas se presentan las siguientes:

- Identificar las causas verdaderas y no solamente sus síntomas, de una determinada situación y agruparlas por categorías.
- Resumir todas aquellas relaciones entre las causas y efectos de un proceso.
- Promover la mejora de los procesos.
- Favorecer también el pensamiento del equipo, lo que conllevará a una mayor aportación de ideas.
- Obtener una visión más específica y estructurada de la situación, después de haber realizado una identificación de los factores.

3.11.2 Pasos para elaborar un diagrama de Ishikawa

- Decidir qué característica de calidad, salida o efecto se quiere examinar
- Hacer un diagrama y escribir de forma concisa el problema o efecto.
- Escribir las categorías que se consideren apropiadas al problema: máquina, mano de obra, materiales, métodos, estos son las más comunes y se aplican en muchos procesos.

- Realizar una lluvia de ideas de las posibles causas y relacionarlas con cada categoría.

3.12 Curva de la bañera

Es un gráfica que representa los fallos durante el período de vida útil de un sistema o máquina, llamada así porque tiene la forma una bañera cortada a lo largo. (Santana, 2013)

Es utilizada principalmente en ingeniería para describir el proceso mediante el cual los componentes de ingeniería fallan. Pero también puede tener otras aplicaciones fuera de la ingeniería.

3.12.1 Etapas de la curva

De acuerdo a (Castela, 2016), las etapas de la curva de la bañera son las siguientes:

3.12.1.1 Juventud

El fallo se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en funcionamiento, como consecuencia de:

- Errores de diseño.
- Defectos de fabricación o montaje.
- Ajuste difícil, que es preciso revisar en las condiciones reales de funcionamiento hasta dar con la puesta a punto deseada.

3.12.1.2 Madurez o periodo de vida útil.

En este periodo de vida útil la tasa de fallos puede ser constante. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento.

3.12.1.3 Envejecimiento.

El envejecimiento corresponde al agotamiento de las máquinas en donde la tasa de averías vuelve a crecer, debido a que los componentes fallan por degradación de sus características por el transcurso de tiempo de utilización. En esta etapa aun

cuando se realizan reparaciones y mantenimiento, la tasa de fallo siempre aumenta, hasta que llega a un alto grado fallas o deterioro, lo cual resulta demasiado costoso el mantenimiento.

Estos tres periodos se distinguen con claridad en un gráfico en el que se representa la tasa de fallos del sistema frente al tiempo. Este se denomina curva de bañera.

A continuación se muestra la curva de bañera en la siguiente figura:

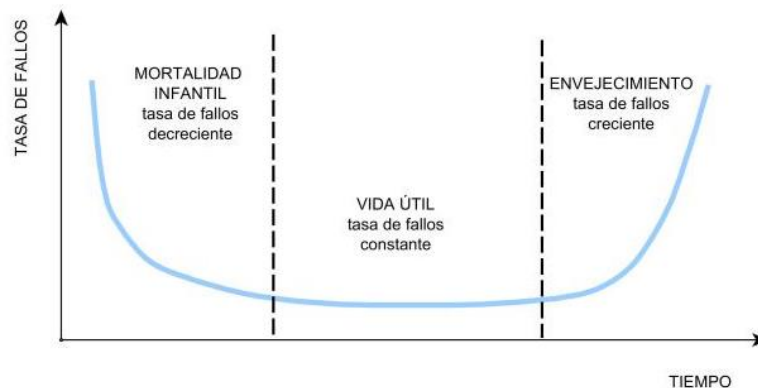


Figura 1: Curva de la bañera. **Fuente:**

<https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2016/06/14/curva-de-la-banera/>

3.13 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. Además nos indica las relaciones existentes entre actividades. (Gallardo, 2011)

Este diagrama sirve para planificar y gestionar proyectos de manera eficiente. También es útil para quienes desean administrar bien el tiempo y organizar la serie de tareas, con el propósito de cumplir de forma ordenada con las diferentes fases de un proyecto y ayuda a evitar malas ejecuciones por falta de tiempo.

3.13.1 Condiciones que se deben tener en cuenta para elaborar el diagrama

Según Rodríguez (2012), las condiciones para elaborar un diagrama de Gantt, son las siguientes:

- Identificar y listar todas las acciones que se deben realizar para cumplir con un proyecto
- Determinar la secuencia de ejecución de las acciones
- Escoger la unidad de tiempo adecuada para establecer el diagrama
- Estimar el tiempo de inicio y término que se requiere para ejecutar cada acción.
- Se puede agregar y graficar una columna más al final, incluyendo indicadores o puntos de control.
- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.
- Los bloques correspondientes a tareas del camino crítico acostumbran a rellenarse en otro color, como lo muestra en el ejemplo pintado en color rojo. (Rodríguez, 2012)

Tarea	Predec.	Duración
A	-	2
B	A	3
C	-	2
D	C	3
E	D _{H+1}	2
F	B _{F-1}	3
G	D, E, F	3
H	G _{FF}	2

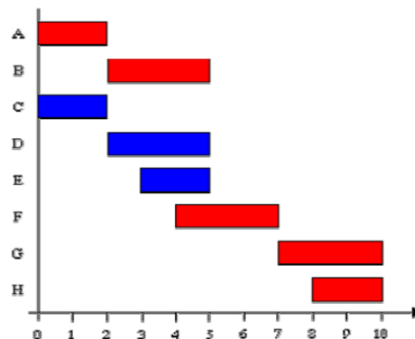


Figura 2: Diagrama de Gantt. **Fuente:** <http://tuproyectoen5pasos.com/blog/diagrama-de-gantt-elaboracion-proyectos/>

3.13.2 Pasos para construir el diagrama de Gantt

Para construir este diagrama se han de seguir los siguientes pasos (Quintero, 2013):

- a) Dibujar los ejes horizontal y vertical.
- b) Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.

- c) En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).
- d) se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que sólo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las tareas.

En este proceso se han de tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Las dependencias fin-inicio se representan alineando el final del bloque de la tarea predecesora con el inicio del bloque de la tarea dependiente.
- b) Las dependencias final-finales se representan alineando los finales de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.
- c) Las dependencias inicio-inicio se representan alineando los inicios de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.
- d) Los retardos se representan desplazando la tarea dependiente hacia la derecha en el caso de retardos positivos y hacia la izquierda en el caso de retardos negativos.

3.14 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor.

Con el diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto, pocos vitales, muchos triviales, que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

3.15 Calculo de Horas Hombre

Las Horas-hombre es una unidad convencional para cuantificar las horas de presencia o intervención de personas en un proceso o actividad. El cálculo es útil cuando se planifica la ejecución de un proyecto, la ejecución de un lote de producción, la carga de la administración y cualquier otra actividad o proceso empresarial que requiere asignación de personal. (Chinchilla , 2004)

Este tipo de cálculos también permite establecer el costo de mano de obra directa de un proceso, determinar la eficiencia o las mejoras en eficiencia logradas en los procesos. También evaluar cuántas horas hombre por unidad de producto se logran producir. Siempre pueden encontrarse oportunidades de mejora a partir de cálculos como este. (Morales, 2013)

Particularmente en las empresas de carácter manufacturero o de proyectos, resultan altos consumos de horas-hombre por unidad de producción y esto es un factor de impacto en la productividad y la competitividad.

3.15.1 Fórmula Horas- hombre

Número de personas en la actividad x cantidad de horas empleadas

Al momento de calcular debe haber un propósito, algo que queremos conocer para lograr algo, como: orientar criterios, administración, generar ideas y tomar decisiones.

Por ejemplo, del análisis surge con frecuencia que de las horas - hombre asignadas al costo, puede resultar que un porcentaje importante son horas hombre desperdicio, es decir que no produjeron producto o tarea terminada, por causas diversas o que los presupuestos son incrementados, pronosticando muy bajas

eficiencias. Todo esto tiene importantes implicaciones en la productividad y competitividad de las empresas.

3.16 Formatos para el mantenimiento

Los formatos son la prueba física de las labores de mantenimiento ejecutadas y son utilizados para la planeación, registro, organización de las actividades, tomando en cuenta especificaciones de las máquinas y toda la información investigada, para establecer los procedimientos que se necesitan. (Beltran, 2015)

Estos ayudan como instructivos que contienen rutinas, las frecuencias de las actividades que se deben realizar, lista de revisión para verificar si fueron o no realizadas.

Los registros contenidos en los formatos de mantenimiento son muy importantes ya que nos dan un respaldo de que los diferentes equipos de la empresa están recibiendo un mantenimiento preventivo y muestran el historial del cuidado que han recibido los equipos, desde su instalación o puesta en marcha, lo cual nos permite detectar si algún equipo ha sufrido falla o reparación en el pasado y como fue corregida dicha falla.

Por medio del análisis de estas, se puede evaluar el rendimiento y funcionamiento del personal encargado de brindar el cuidado de las máquinas, ya que estos formatos deberán contener los diferentes trabajos realizados, la fecha en que se realizó y solicitar el mantenimiento, requerimiento de piezas para cambiar a consecuencia del desgaste propio de los equipos.

IV. Hipótesis de investigación

La implementación de mantenimiento preventivo en las máquinas de la fábrica helados Belén ayudará a mejorar la operatividad y conservar la vida útil de las mismas.

4.1 Cuadro de operacionalización de variables

Objetivo	Preguntas de investigación	Variable	Indicadores	Técnicas o instrumentos
Identificar la situación actual del mantenimiento que se realiza en las máquinas procesadoras de helados de la fábrica Belén.	¿Cuál es el contexto actual de implementación de mantenimiento en las máquinas de la fábrica Belén?	Contexto actual del mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento predictivo ▪ Periódico ▪ progresivo ▪ preventivo correctivo 	Observación directa, entrevista estructurada, dialogo con el técnico y el personal.
Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para 3 máquinas utilizadas en el proceso productivo de helados de la fábrica Belén	¿Qué aspectos debe contener el diseño del plan de mantenimiento preventivo?	Diseño de plan de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especificaciones de las máquinas ▪ Actividades de mantenimiento ▪ Hoja de vida ▪ Ficha de inspección. ▪ Rutinas ▪ Herramientas de mantenimiento 	Datos recopilados, revisión de manuales de operación, catálogos, libros, internet, investigación documental.
Determinar los problemas que genera la inadecuada aplicación de mantenimiento en las máquinas.	¿Cómo determinar los problemas que genera el inadecuado mantenimiento?	Determinar problemas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de Ishikawa ▪ Diagrama de Pareto ▪ Curva de la bañera 	Observación, información recopilada en entrevista, aplicación de herramientas para mantenimiento.

V. Diseño metodológico

5.1 Localización de la investigación

El trabajo de investigación se realizó en la Fábrica Helados Belén, localizada en la esquina opuesta al portalito, contiguo a farmacia San Sebastián, Barrio El Rosario de la ciudad de Estelí.

Mapa de localización de Helados Belén



Figura 3: Localización de fábrica de helados Belén. **Fuente:** <https://www.google.com.ni/maps/place/San+Sebastian+El+Rosario/@13.1003>

5.2 Tipo de investigación

La selección del tipo de investigación determina los pasos a seguir del estudio, sus técnicas y métodos que puedan emplear en el mismo. En general determina todo el enfoque de la investigación influyendo en instrumentos y la manera de cómo se analiza los datos recaudados. El tipo de investigación en una investigación va a constituir un paso importante en la metodología, pues este va a determinar el enfoque del mismo. (Hernández, 2006).

Existen 3 principales tipos de investigación, que se describen a continuación:

5.2.1 Investigación Exploratoria

La investigación de tipo exploratoria ofrece el primer acercamiento al problema que se pretende conocer y estudiar. Se realiza para conocer el tema que se abordará, lo que permite familiarizarse con algo que se desconocía.

Los resultados de este tipo de tipo de investigación dan un panorama o conocimiento superficial del tema, pero es el primer paso para cualquier tipo de investigación en el que se obtiene la información inicial para continuar con una investigación más rigurosa o dejarla planteada y formulada la hipótesis, la cual se podrá retomar para nuevas investigaciones que se quieran llevar a cabo. (Siqueira, 2016).

5.2.2 Investigación descriptiva

(Castillero, 2015), define que la investigación descriptiva es la que se utiliza para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, o grupos que se estén investigando o que se pretenda analizar y consiste en plantear lo más relevante de un hecho o situación concreta, procesar datos. Además de eso, el investigador debe definir su análisis y los procesos que involucrará el mismo.

Las principales etapas a seguir en una investigación descriptiva son: examinar las características del tema a investigar, definirlo y formular hipótesis, seleccionar la técnica para la recolección de datos y las fuentes a consultar.

5.2.3 Investigación explicativa

Es aquella que se acerca al problema, busca explicar y establecer las causas y consecuencias que originaron la situación analizada. Emite conclusiones para enriquecer o aclarar la investigación.

El tipo de investigación utilizada es descriptiva, debido a que se describe la situación del mantenimiento en la empresa, se especifican las características de las máquinas con sus partes, los procedimientos que deben ejecutarse para la implementación del plan, las rutinas que deben realizarse.

5.3 Tipo de investigación según los datos empleados

5.3.1 Cualitativa

(Vera, 2008) Publicó en un informe que “La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema e intenta analizar un asunto o actividad”.

5.3.2 Cuantitativa:

La investigación cuantitativa es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para obtener resultados, trata de cuantificar el problema y entender qué tan generalizado está, mediante la búsqueda de resultados proyectables. (Caseres, 2002).

5.3.3 Mixta

(Sampier, 1991), narra que la investigación mixta es un conjunto de procesos sistemáticos que implican la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos y discusión en conjunto para lograr mayor entendimiento del fenómeno que se estudia.

Las características que muestra esta investigación es de tipo mixta, como se detalla a continuación:

Es cualitativa, porque describe las cualidades que están en estudio, se revisará el manual de instrucción de uso de las máquinas, se evaluará el funcionamiento y conocer sus características y las actividades de mantenimiento que se van a realizar. Esto permitirá registrar y valorar los fallos que muestran las máquinas y los aspectos que se requieren para el mantenimiento.

Es cuantitativa debido a que por medio de la recolección de datos numéricos, se definen los valores de los parámetros preventivos, que serán útiles para resolver los problemas de mantenimiento, poniendo en práctica aspectos de ingeniería industrial

y de esta forma contribuir a la optimización de la vida útil de las máquinas de esta fábrica.

5.4 Participantes

Son las personas que participan en alguna actividad, acción o tarea, con el fin de expresar, aportar o dar a conocer sus criterios.

Se contó con la participación de personas que aportaron para realizar la investigación, los cuales ayudaron a la recolección de información para la elaboración del documento. Entre estos participantes está el propietario de Helados Belén, operario de máquinas y los tutores del protocolo.

5.5 Universo, población y muestra

5.5.1 Universo

Es el conjunto de elementos que poseen una característica en común, la cual es objeto en estudio. Este puede ser finito o infinito

Se determinó como universo las heladerías existentes en el Departamento de Estelí.

5.5.2 Población

(Vargas, 2009), define que la población de la investigación es una colección de individuos u objetos que son el foco principal de una investigación científica, que se efectúa en beneficio de la población. Sin embargo, debido a los grandes tamaños de las poblaciones, los investigadores no pueden probar a cada individuo de la población, ya que consume dinero y tiempo.

Para seleccionar participantes de un estudio cualitativo, los investigadores pueden utilizar muestras intencionadas o con un propósito y eligen personas que tengan las características que desean estudiar. (Koenig, 2016)

Se consideró que la población a estudiar es la fábrica helados Belén, tomando en cuenta el técnico y operarios de las máquinas.

5.5.3 Muestra

La muestra en el proceso cualitativo es un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia (Hernández *et al* 2008, p.562).

(López, 2012) menciona que en los estudios cualitativos el tamaño de muestra no es importante desde la perspectiva probabilística, porque el interés no es generalizar los resultados a una población más amplia, ya que lo que se busca en una investigación de enfoque cualitativo es profundidad, en donde lo fundamental es la aportación de personas, participantes, organizaciones, eventos, hechos etc., que nos ayuden a entender el fenómeno de estudio y a responder a las preguntas de investigación que se han planteado.

Se consideró que nuestra muestra fueron 6 trabajadores que operan las máquinas, ya que con sus respuestas conocemos la existencia y frecuencias de problemas y paros de la máquina, debido a que tienen conocimientos sobre esto y ellos también se ven afectados cuando las máquinas producen averías y dejan de funcionar, lo cual produce paro de producción.

5.6 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se usaron en la investigación son:

5.6.1 Observación directa

La observación es la acción de observar, mirar detenidamente y el sentido del investigador es la experiencia, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación. (Pardinas, 2005, p.89).

La observación es directa cuando el investigador forma parte activa del grupo observado y asume sus comportamientos, también recibe el nombre de observación participante. Por el contrario cuando el observador no pertenece al grupo y sólo se

hace presente con el propósito de obtener la información entonces la observación recibe el nombre de no participante o simple. Sabino (citado en Ruiz, M, 1992, p.111-113).

La aplicación de esta técnica permitió presenciar de manera real las máquinas, lugar en donde están ubicadas, su estado y funcionamiento.

5.6.2 Entrevista

Según (Marquez, 2014), la entrevista es la técnica con la cual el investigador pretende obtener información de una forma oral y personalizada. La información versará en torno a acontecimientos vividos y aspectos subjetivos de la persona tales como creencias, actitudes, opiniones o valores en relación con la situación que se está estudiando (p.78).

Taylor y Bogan (1986) entienden la entrevista como un conjunto de reiterados encuentros cara a cara entre el entrevistador y sus informantes, dirigidos hacia la comprensión de las perspectivas que los informantes tienen respecto a sus vidas, experiencias o situaciones.

En la presente investigación se elaboró un cuestionario como instrumento para aplicar la técnica de la entrevista con el propósito de obtener información específica y para esto se hizo un listado de preguntas cerradas y abiertas, lo cual permitió procesar más fácil la información.

5.6.2.1 Entrevista estructurada:

Para realizarla se describió un listado de preguntas dirigidas al propietario, al personal de la fábrica que operan las máquinas y al técnico, para valorar el mantenimiento que realizan y determinar el grado de conocimiento que tiene el propietario sobre las actividades de mantenimiento y detectar si son o no adecuadas las prácticas utilizadas, para luego buscar el mejoramiento.

5.7 Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados para realizar el llenado de la entrevista fueron:

- Hojas de entrevista
- Lapiceros
- Borrador
- Computadora

5.8 Etapa de la investigación

La investigación fue realizada directamente en el área de producción donde se encuentran las maquinarias para conocer el funcionamiento de las máquinas y trabajar con el encargado de mantenimiento, por medio de los aportes brindados.

También se realizaron consultas y se obtuvo asesoría académica de parte del tutor, con el fin de orientar los procedimientos que se deben seguir en el estudio, aclarar dudas y definir parámetros para la realización de este trabajo.

A continuación se muestra cada etapa de la investigación

5.8.1 Investigación documental

En esta etapa se recopiló información en libros que contienen información sobre mantenimiento, documentos basados en manuales y funcionamiento de las máquinas.

5.8.2 Estudio

Se investigó las partes y funcionamiento de las máquinas procesadoras de helado para obtener mayor conocimiento de ellas. Se procedió a la revisión del modelo, serie de la máquina, etc. Y se observó el funcionamiento externo.

5.8.3 Recolección

Se recolectó información acerca de la empresa, como es: el tipo de máquinas existentes en la fábrica, la existencia o aplicación de mantenimiento. También se recopiló información sobre las máquinas, para ello se realizó entrevistas al propietario, operadores de máquinas y al encargado de mantenimiento.

5.8.4 Elaboración

Con la información obtenida mediante la investigación y observación realizada en las visitas a la empresa, se prosiguió con el procesamiento de datos y redacción del documento utilizando los programas: Microsoft Word, Excell y WinQSB para la elaboración de todo el informe y el plan de mantenimiento preventivo para la empresa fábrica de helados Belén.

VI. Análisis de resultados

6.1 Resultados del primer objetivo

De acuerdo a la investigación realizada, se cumplió con los objetivos propuestos. El primer objetivo específico se cumplió por que se identificó la situación actual del mantenimiento que se realiza en las máquinas procesadoras de helado de la fábrica Belén. Esto se realizó por medio de las visitas realizadas a la empresa en donde se observó el estado de máquinas, se identificó que actualmente el mantenimiento que se aplica es el correctivo, realizado cuando la máquina presenta averías o deja de funcionar, asistido por el técnico de emergencia.

También se realizó entrevistas al técnico de mantenimiento para realizar una valoración cualitativa, describiendo la percepción y conocimientos que tiene el propietario, los operarios y el encargado de mantenimiento de esta fábrica. (Ver en anexo, página n° 49 - 50)

Con la verificación de la situación actual del mantenimiento, se logró tener una idea más clara de cuáles son las actividades de mantenimiento que se realizan y la manera en que son ejecutadas con el propósito de detectar las causas de las fallas presentadas e identificar las debilidades que se presentan con las prácticas de mantenimiento que ellos realizan en las máquinas y buscar alternativas para mejorar o evitar los problemas que pueden generar.

Al momento de realizar las labores productivas de esta fábrica, los operarios de máquinas realizan limpieza externa de las mismas, pero esto lo realizan por la higiene que debe tener en la elaboración de los productos.

Es necesario que tomen en cuenta que no poseen un plan de mantenimiento, ni documentos que ayuden a la preservación de sus máquinas.

6.2 Resultados del segundo objetivo

Con el problema que presenta la empresa, de la falta de conocimiento y de aplicación de un mantenimiento deficiente, se decidió a la búsqueda de metodología de fácil aplicación que genere resultados favorables para la empresa y para las máquinas, basándose en el documento que contiene el plan. Por esto se creó el segundo objetivo específico.

Este segundo objetivo se cumplió, ya que se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para 3 máquinas utilizadas en el proceso productivo de helados, en donde se incluye aspectos teóricos del mantenimiento, los procedimientos y actividades que deben implementarse, también incluye formatos como son: ficha de inspección, rutinas de mantenimiento, orden de trabajo, etc.

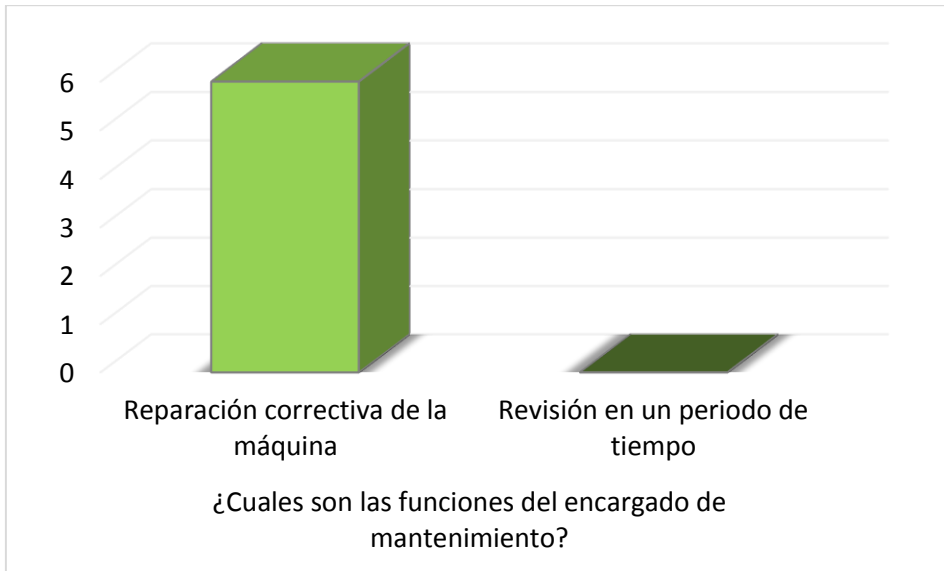
Este documento, sería un aporte en forma de guía para implementar el mantenimiento preventivo, también llevar un control y registro organizado de las actividades propias de las máquinas utilizadas para la producción de helado.

6.3 Tercer objetivo

Se cumplió con este objetivo, por que se logró determinar los problemas que causa la inadecuada aplicación de mantenimiento en las máquinas, a través del diagrama de Ishikawa, Pareto, curva de la bañera. (Ver en anexo, página n° 6)

6.4 Resultado de entrevista

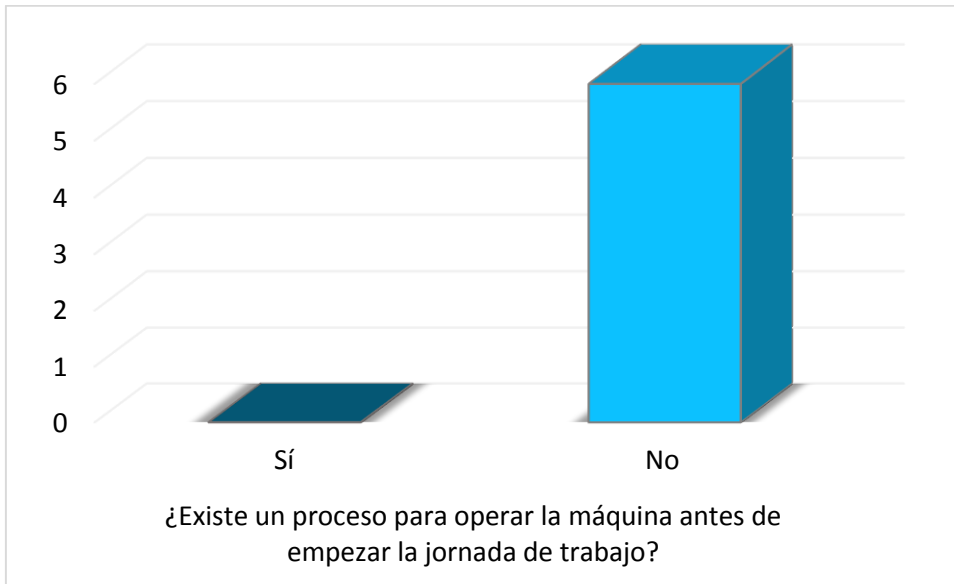
Pregunta	Respuesta	
¿Cuáles son las funciones del encargado de mantenimiento?	Reparación correctiva de la máquina	6
	Revisión en un periodo de tiempo	0



Análisis:

Al preguntarle a las 6 personas que trabajan en dicha empresa, estas respondieron que el encargado de mantenimiento desempeña la función de reparación correctiva de la máquina. Esto da a conocer que el personal tiene conocimiento de las actividades que desempeñan cada trabajador.

Pregunta	Respuesta	
¿Existe un proceso para operar la máquina antes de empezar la jornada de trabajo?	Sí	0
	No	6

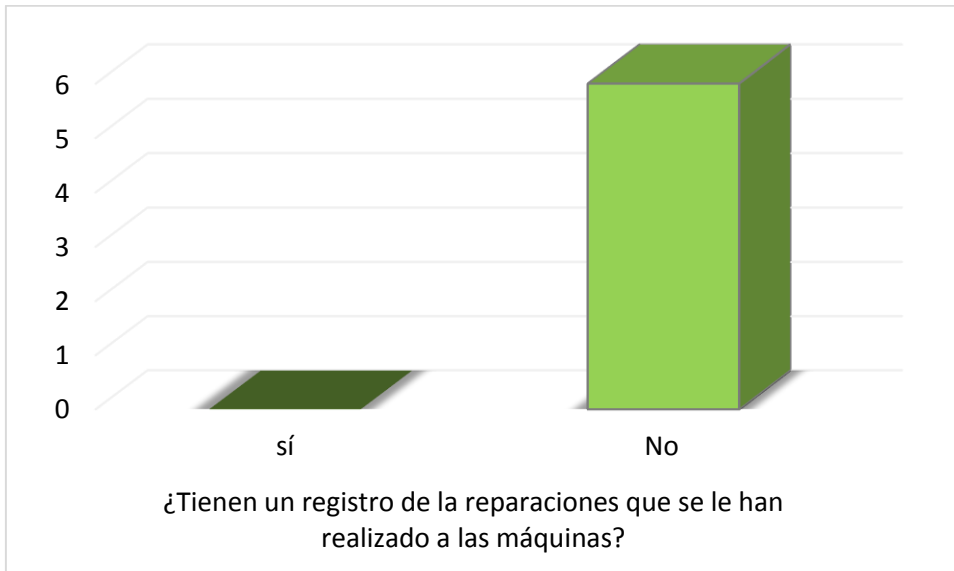


Análisis:

Al entrevistar a los empleados si existe un proceso para operar la máquina, estos respondieron que no hay un proceso a la hora de comenzar la jornada laboral.

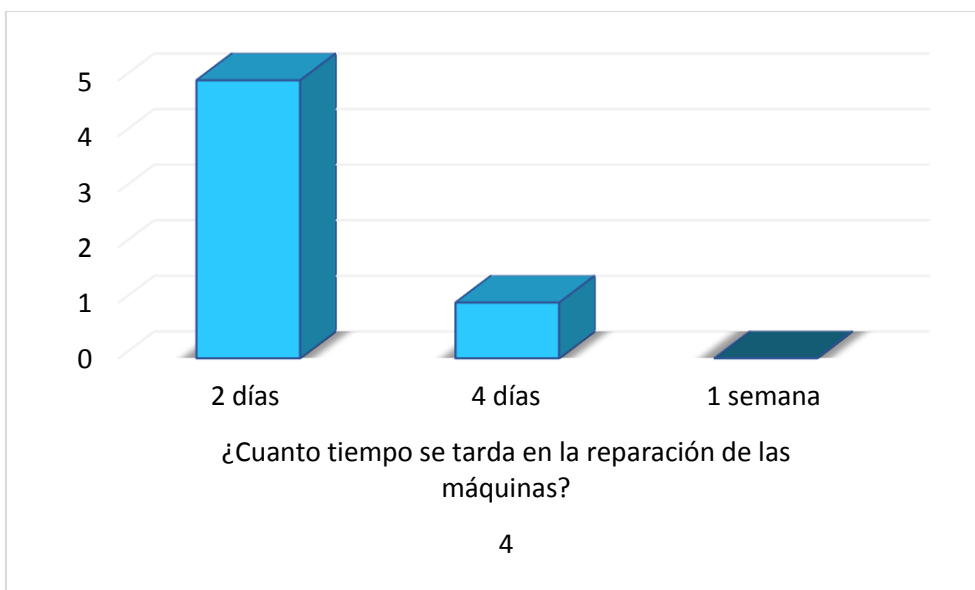
Esto nos da a conocer que el personal comienza a trabajar sin hacer unas series de pasos para preparar la máquina, lo cual provoca el sobre esfuerzo que realiza esta, quemado de resistencia, desgaste de piezas, etc. Por lo tanto no es un proceso adecuado para la manipulación de este tipo de maquinaria.

Pregunta	Respuesta	
¿Tienen un registro de las reparaciones que se le han realizado a las máquinas?	sí	0
	No	6



Al preguntarle los entrevistados si tienen un registro de las reparaciones que se le han realizado a las máquinas. Estas dan a conocer que la empresa no cuenta con registro histórico de las reparaciones y que no tienen ninguna documentación referente al mantenimiento de los equipos.

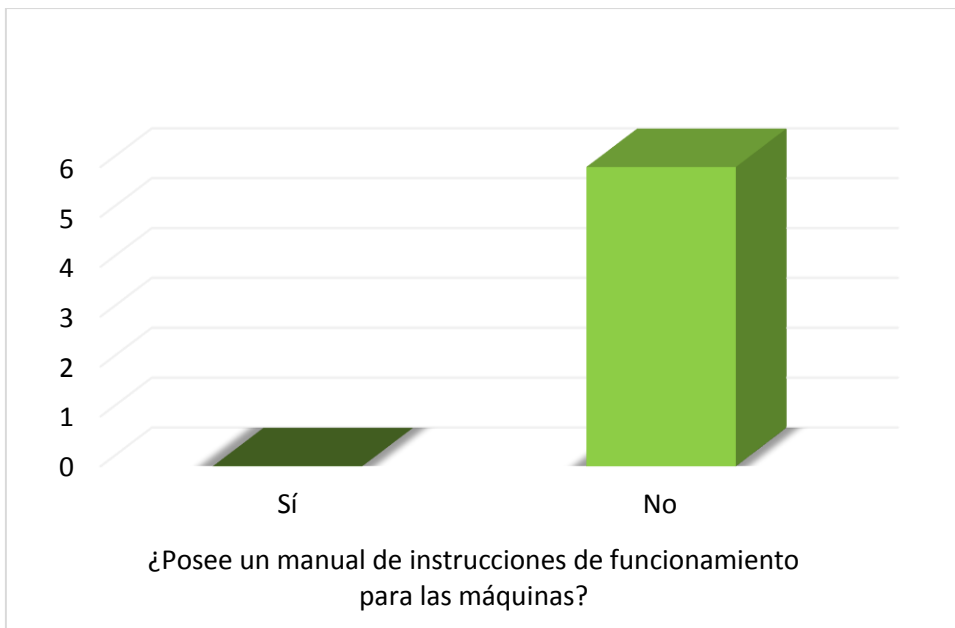
Pregunta	Respuesta	
¿Cuánto tiempo se tarda en la reparación de las máquinas?	2 días	5
	4 días	1
	1 semana	0



Análisis:

Al preguntarle a los entrevistados el tiempo que se tarda el encargado de mantenimiento al reparar las máquinas, 5 personas respondieron que ocupan 2 días, y 1 persona respondió que se tarda 4 días, lo que indica que el tiempo en las reparaciones varían de acuerdo al desgaste de la máquina y al tipo de trabajo.

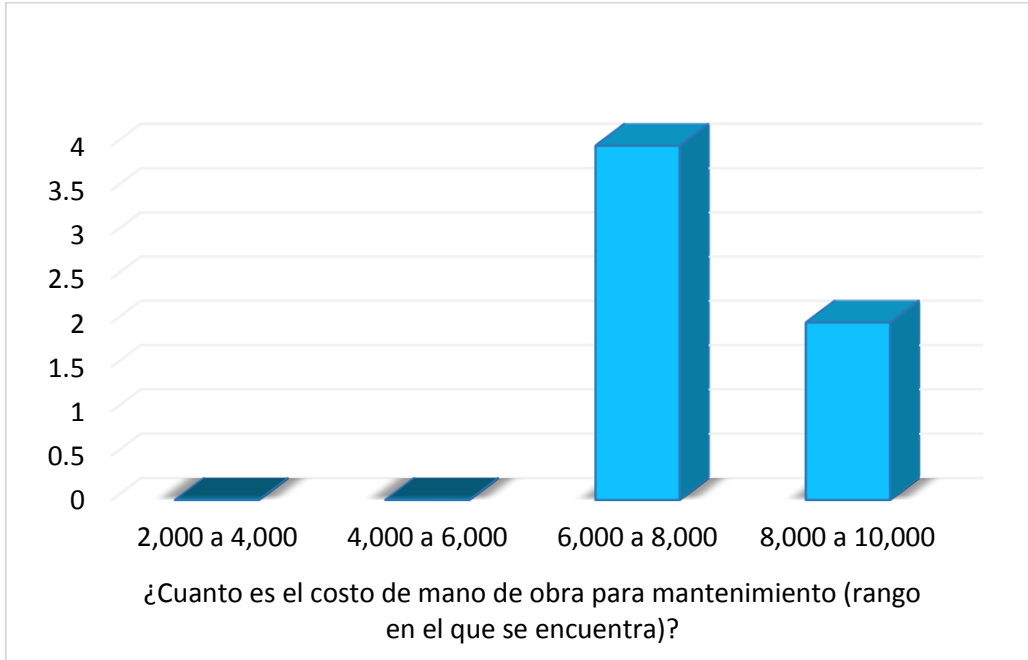
Pregunta	Respuesta	
¿Posee un manual de instrucciones de funcionamiento para las máquinas?	Sí	0
	No	6



Análisis:

Los empleados afirman que la empresa no posee un manual de funcionamiento de las maquinarias. Llegando a realizar un mal uso de las máquinas, al momento que se debe poner en funcionamiento. Además al no contar con este manual el personal no tiene conocimiento sobre las actividades que se deben hacer antes de poner en marcha la máquina, que puede ocasionar en el futuro un problema en la máquina.

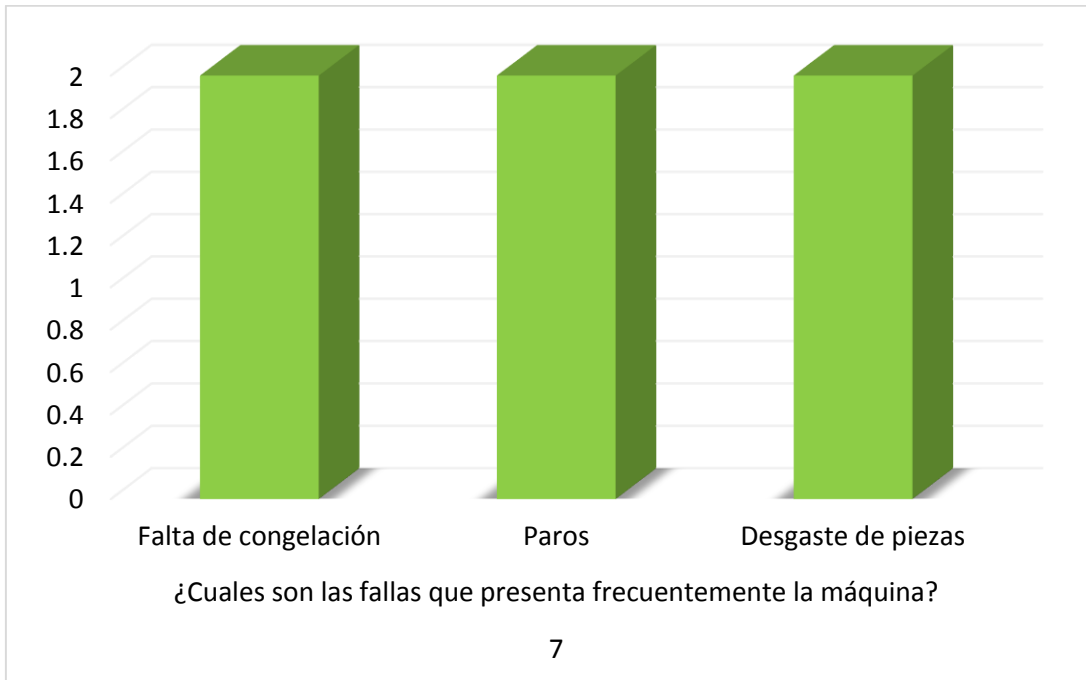
Pregunta	Respuesta	
¿Cuánto es el costo de mano de obra para mantenimiento (rango en el que se encuentra)?	2,000 a 4,000	0
	4,000 a 6,000	0
	6,000 a 8,000	4
	8,000 a 10,000	2



Análisis:

Con los datos obtenidos podemos observar que la empresa gasta en mano de obra entre C\$ 6000 a C\$ 8000 córdobas, esto es el monto que se paga al técnico de mantenimiento por su labor, cuando la empresa lo solicita debido a que las máquinas presentaron averías o dejaron de funcionar.

Pregunta	Respuesta	
¿Cuáles son las fallas que presenta frecuentemente la máquina?	Falta de congelación	2
	Paros	2
	Desgaste de piezas	2

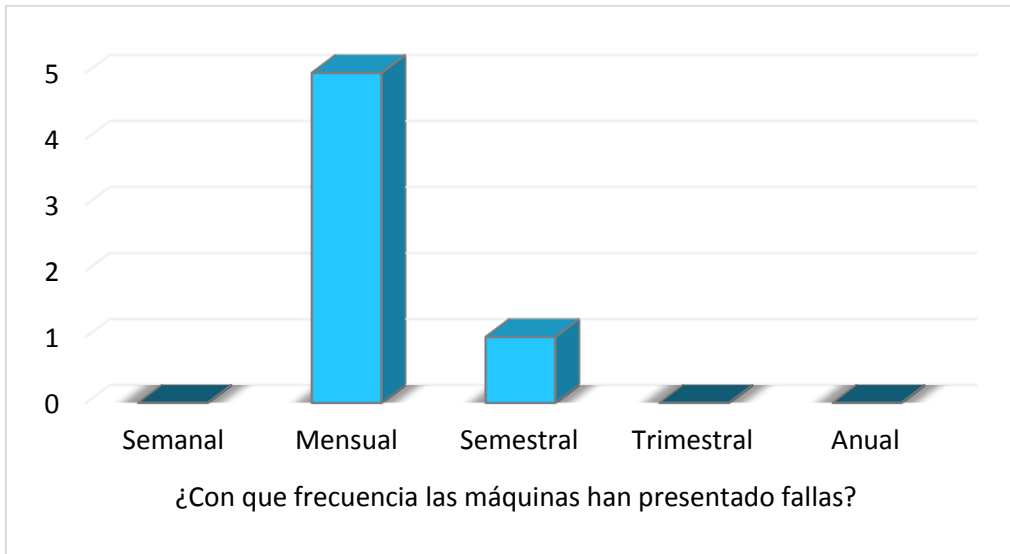


Análisis:

Los datos revelan que las maquinas presentan varias fallas como falta de congelación, que la maquina deja de funcionar y que existe desgaste de piezas. Esto nos lleva a la conclusión que las máquinas tienen fallas comunes que se presentan de forma continua.

Entrevista realizada a los trabajadores

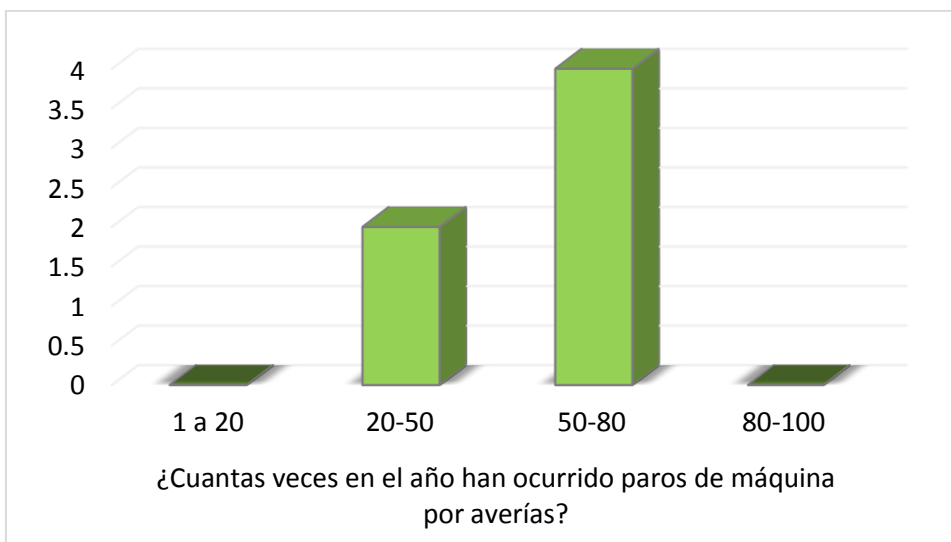
Pregunta	Respuesta	
¿Con que frecuencia las máquinas han presentado fallas?	Semanal	0
	Mensual	5
	Semestral	1
	Trimestral	0
	Anual	0



Análisis:

Al entrevistar al personal sobre la frecuencia con que presentan fallas las máquinas, 5 personas afirmaron que las máquinas comienzan a presentar problemas cada mes y solamente 1 persona dijo que semestral. Esto refleja que la respuesta correcta es mensual, debido a que la mayoría lo afirmó.

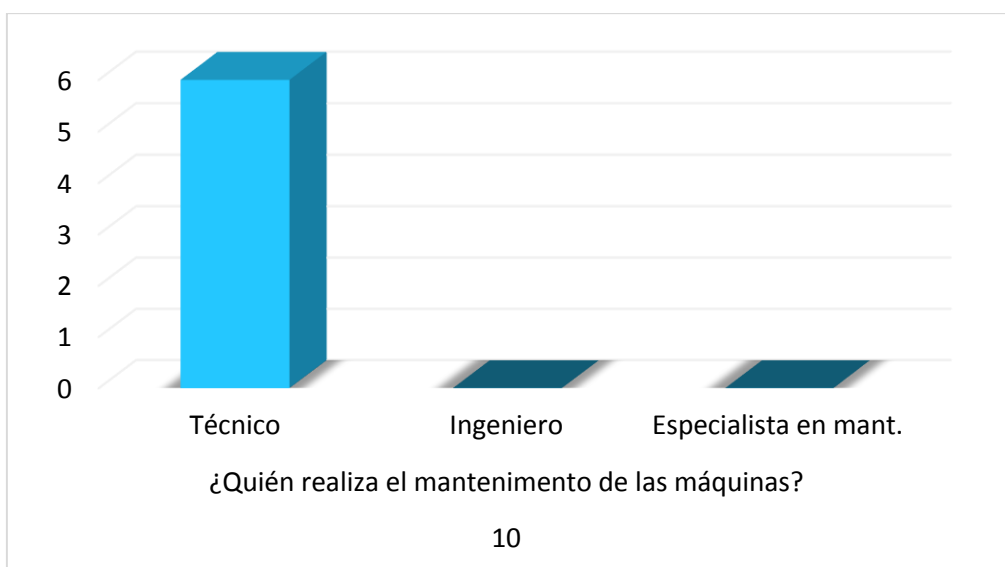
Pregunta	Respuesta	
	¿Cuántas veces en el año han ocurrido paros de máquina por averías?	1 a 20
20-50		2
50-80		4
80-100		0



Análisis:

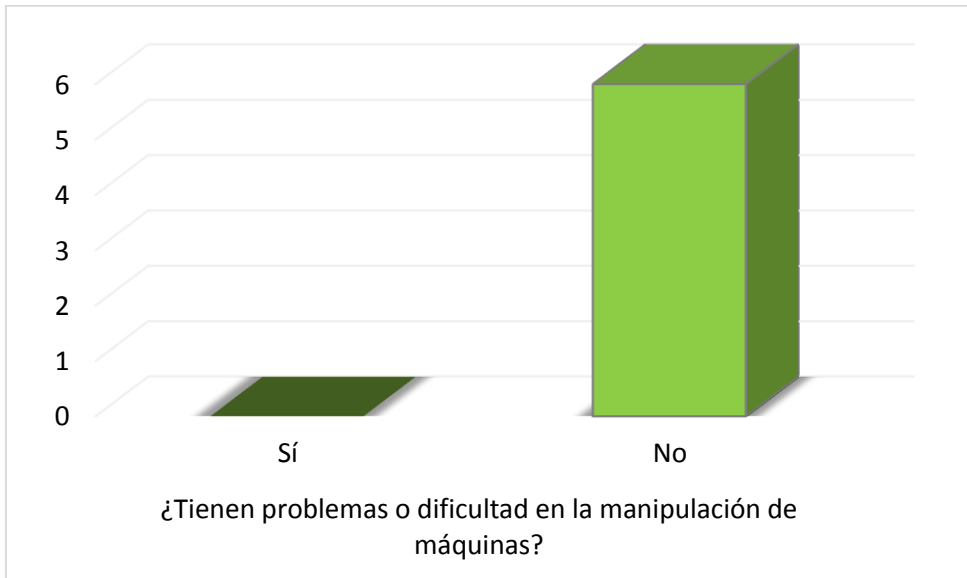
Con los datos obtenidos nos damos cuenta que las maquinas sufre averías en un año y esto origino paros. Al año la maquina sufre de 20 a 50 paros por deperfectos.

Pregunta	Respuesta	
¿Quién realiza el mantenimiento de las máquinas?	Técnico	6
	Ingeniero	0
	Especialista en mantenimiento	0



Se entrevistó al gerente y a los trabajadores para saber quién realiza el mantenimiento y todos respondieron que es un técnico externo el responsable del mantenimiento de todas las maquinas.

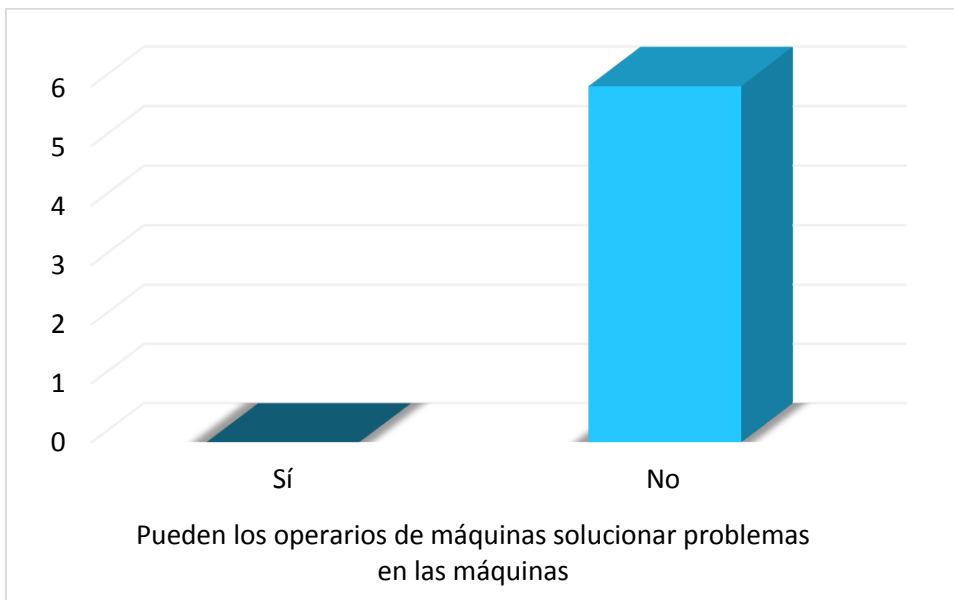
Pregunta	Respuesta	
¿Tienen problemas o dificultad en la manipulación de máquinas?	Sí	0
	No	6



Análisis:

Con la información obtenida nos damos cuenta que el personal no tiene ninguna complicación al momento de usar la máquina.

Pregunta	Respuesta	
¿Pueden los operarios de máquinas solucionar problemas en las máquinas?	Sí	0
	No	6



Análisis:

De acuerdo a la pregunta realizada, los entrevistados respondieron que los operarios no están capacitados para realizar mantenimiento, debido a que no conocen las piezas de las máquinas, ni han recibido charlas para llevar a cabo este trabajo.

6.5 Análisis del plan de mantenimiento

Con la realización del plan, se pretende dar a conocer una estrategia de mantenimiento para conservar la vida de las máquinas, previniendo averías, paros de producción, aprovechando los recursos disponibles.

Existen una serie de razones que la empresa debe plantearse como es: cuál es el mantenimiento óptimo que puede realizarse y por que se debe gestionar, evitando que sean los paros que obligue a los propietarios a buscar ayuda técnica para realizar intervenciones inesperadas. Esto genera las siguientes desventajas como lo es el alto coste de mantenimiento por reparación superior al coste de mantenimiento preventivo y los paros de máquinas que provocan la pérdida de producción.

Por estas razones, es necesario definir mecanismos de preservación, pero es necesario valorar su cumplimiento e identificar oportunidades de mejora, gestionar y dirigir.

El objetivo fundamental de realizar mantenimiento preventivo no es reparar urgentemente las averías que surjan, al contrario asegurar una larga vida útil desde la instalación hasta el tiempo de envejecimiento y aplicar el mantenimiento preventivo ajustándose a un presupuesto de costo rentable.

El diseño del plan contiene aspectos teóricos más relevantes, procedimiento y actividades para la implementación de mantenimiento, formatos para llevar control, rutinas de mantenimiento, ficha de inspección, orden de trabajo, etc. Esto realizado con el objetivo de ayudar a la empresa Bélen a preservar sus máquinas, ya que de estas depende la producción, calidad de los productos que elaboran y a la sostenibilidad de la misma. (Ver en página nº 51 a 116)

6.6 Resultado de gráficas de curva de la bañera

De acuerdo a los resultados de la curva de la bañera, se obtienen los siguientes resultados y análisis:

La grafica de la descremadora, muestra los años en que se han presentado las fallas, reflejando que en la vida temprana ocurrieron fallas, debido a que los operarios de la máquina no tenían mucho conocimiento sobre esta.

La gráfica de la máquina pasteurizadora muestra el número de fallas, reflejando que en la vida temprana ocurrieron pocas fallas, en la vida útil empezaron a aumentar, en la etapa de envejecimiento continúan aumentando las fallas, lo cual indica que la máquina está a punto de generar un paro.

Sin embargo en las 3 gráficas se visualiza que no se obtiene el diseño exacto de una curva, porque estas van adoptando su forma con respecto al número de fallas en cada año, lo cual nos permite conocer el estado en que se encuentran las máquinas en las 3 etapas de su vida. En este caso no se les está realizando un mantenimiento eficaz. (Ver en anexos, página n° 89 a 95).

VII. Conclusión

El mantenimiento que realizan en esta empresa, ocurre cuando las máquinas presentan problemas o averías, con el propósito de corregir los equipos que dejaron de funcionar y cubrir la necesidad que se presenta inesperadamente.

Actualmente no tienen un registro de las fechas de las reparaciones realizadas, lo cual es una desventaja para la empresa por que no se dan cuenta de las veces que han sido reparadas las máquinas durante el año y los gastos que estos generan.

La ausencia de un plan de mantenimiento trae como consecuencia la mala administración de recursos económicos, debido a que no controlan los costos, ni el registro de las operaciones, lo que provoca baja la sostenibilidad económica de la empresa.

Mantener las máquinas en óptimas condiciones de funcionamiento es de vital importancia para la empresa, debido a que de este depende la eficiencia en la producción, calidad del producto y sostenibilidad de la empresa.

Es por ello que se propone el diseño de un plan de mantenimiento preventivo con el propósito de que el encargado de mantenimiento pueda adelantarse en la detección de fallas para evitar mayores costos por paro de máquina y optimizar la vida útil de las máquinas utilizadas en el proceso productivo de esta fábrica.

El plan de mantenimiento preventivo propuesto constará de inventario, codificación registro de revisiones e inspecciones de la máquina, historial de fallas, programación de actividades y fechas para las rutinas, describir las nuevas tareas del técnico de mantenimiento, se diseñarán formatos para registrar datos del mantenimiento.

El diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo, serviría para tener mejor funcionamiento de las máquinas y conservación de vida útil. Además la correcta aplicación de los formatos ayuda a conocer las fallas para tomar acción preventiva y evitar daños mayores.

VIII. Recomendaciones

- Sustituir las prácticas antiguas de mantenimiento para lograr el mejoramiento y optar por métodos que conserven la vida útil de sus máquinas.
- Tomar importancia a la atención que requieren las máquinas para su utilidad.
- Contratar una persona que tenga conocimientos de mantenimiento y que desarrolle los procedimientos requeridos de este mantenimiento.
- El encargado de mantenimiento debe conocer más a fondo sobre las máquinas para realizar satisfactoriamente las tareas de mantenimiento propuestas.
- Registrar detalladamente el historial de fallas.
- Es necesario que exista iniciativa, involucramiento y compromiso de parte del propietario de la fábrica para poner en marcha este tipo de mantenimiento.
- Realizar capacitaciones con el fin de dar a conocer la importancia del mantenimiento y orientar al técnico y al personal, para tomar acciones preventivas ante los problemas o fallos en las máquinas.
- Revisión del documento y utilizarlo como guía para efectuar los procedimientos que se necesitan realizar.
- Es necesario contar con stock de repuestos y herramientas para la ejecución del mantenimiento.
- Mantener registro de las labores de mantenimiento.

IX. Bibliografía

- Alvarez, J. (6 de Marzo de 2012). Fiabilidad de los equipos: Curva de la bañera. Madrid.
- Botero, A. (2008). *Mantenimiento preventivo*. Venezuela: desconocida.
- Caseres, J. (2002). *La investigación Cuantitativa*. Obtenido de www.academia.edu/
- Castela, F. (2016). Curva de la bañera. En *Mantenimiento industrial* (pág. 90). Chile.
- Castillero, O. (2015). *Los tipos de investigacion con sus características*. Argentina.
- Chinchilla , R. (2004). *Salud y seguridad en el trabajo*. Brasil: EUNED.
- Cogollo , F., & Milanes, J. (2006). En *Plan de mantenimiento preventivo para los talleres de máquinas* (págs. 27-28). Cartagenas de Indias.
- Durán, Y. (2015). Diagrama de pescado. Mexico: Tangient LLC.
- Hernández, J. S. (2005). *Mantenimiento de equipos*. Hidalgo, MÉXICO.
- Morales, J. (13 de Junio de 2013). *Matemáticas empresariales*.
- Ochoa, R. (2015). Mantenimiento de una empresa pasteurizadora. 30.
- Ponce, A. (2009). *Codificación,herramienta imprescindible en la gestión de mantenimiento*. Mantenimiento .
- Robleto, E. (2014). Homogenización. *Hielscher*, 30.
- Sampier, R. (1991). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- (2005). *Sandro Hernández*. Mexico,Hidalgo: desconocida.
- Valiente, M. (Marzo de 2017). (L. Castellón, Entrevistador)
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada:una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 12.

ANEXOS

Cronograma de actividades

N°	Actividad	Objetivo	Fecha	Recursos	Observaciones
1	Visitar diferentes empresas	Obtener el permiso para la realización del trabajo de investigación	Marzo	Carnet universitario	Visité tres empresas y dialogue con los propietarios
2	Inicio del proceso de elaboración del documento e investigación	Plantear los objetivos y parámetros a utilizar durante el proceso de la investigación	Marzo	Orientaciones del docente	Definir objetivos precisos y claros
3	Realización de tareas orientadas por el docente	Establecer tareas y actividades del tema que se estudia.	Marzo	Aportes de ideas	
4	Primer visita a la empresa	Conocer las instalaciones, máquinas utilizadas y sus funciones	Marzo	Observación	Ver las maquinas utilizadas para la producción.
5	Entrevista	Obtener información necesaria para describir en el protocolo.	Marzo	Formato de entrevista	
6	Realizar avances	Redacción del documento y procesar la información obtenida	Marzo-Abril	Computadora, entrevistas, libros, tesis, cuadernos y lápices	
7	Revisión de los avances del trabajo	Identificar los errores, redacción y la información que contiene el trabajo	Abril - Mayo	Opinión del docente, computadora	Realización completa del documento
8	Reunión del grupo	Aplicar los aportes del docente y realizar las últimas correcciones del documento a entregar	Abril-Mayo	Computadora, cuaderno, apuntes	
9	Entrega del protocolo de investigación	Entregar documento al docente	Junio	Documento final	

N°	Actividad	Objetivo	Fecha	Recursos	Observaciones
10	Aplicación de metodología	Realizar las actividades descritas en el diseño metodológico	Agosto	Hoja de entrevista, Lápiz, borrador	
11	Estructuración del plan de mantenimiento	Aplicar los procedimientos descritos en el protocolo.	Agosto	Computadora, libros, tesis	Definición y aplicación de objetivos
12	Revisión de avances	Revisar de información contenida, identificar errores, realizar recomendaciones.	Septiembre	Orientaciones del docente, Computadora, memoria USB	
13	Trabajar en el documento y hacer correcciones.	Avanzar en la redacción e información referente al plan de mantenimiento	Septiembre	Computadora, libros, lápices, internet	
14	Visita a la empresa	Recolectar información necesaria para describir en el plan.	Octubre	Cuaderno, lápices	La empresa brindó la información solicitada
15	Procesar la información obtenida en la empresa	Avanzar en el documento	Noviembre	Computadora, memoria USB, cuadernos y lápices	
16	Última revisión del documento	Identificar errores y revisar los datos procesados.	Noviembre	Opinión del docente, computadora	
17	Realizar correcciones	Aplicar los aportes del docente y realizar las últimas correcciones del documento a entregar	Diciembre	Computadora, cuaderno, libros, apuntes	
18	Impresión y empastado del documento final	Imprimir el documento terminado para entregar a la universidad	Enero	Dinero, impresora, papel, memoria USB	
19	Entrega del documento final	Entregar documento al departamento.	Enero	Documento final	



Estimado encargado de mantenimiento:

Solicito su colaboración a través de la contestación a las siguientes preguntas.

Esta entrevista tiene como objetivo compartir criterios, experiencia y valoraciones respecto al mantenimiento de las máquinas.

Datos Generales

Nombre: _____ Fecha de realización de entrevista

1- ¿Cuántas máquinas posee la empresa?

2- ¿Cuáles son las funciones que tiene usted con respecto al mantenimiento de máquinas?

3- ¿Existe un proceso para operar la máquina, antes de empezar la jornada de trabajo?

Sí _____ No _____ Especifique: _____

4- ¿Qué piezas presentan mayormente falla o desperfecto?

5- ¿Tienen un registro de las reparaciones que se le han realizado a las máquinas?

Sí _____ No _____

6- ¿Cuánto tiempo se tarda en la reparación de las máquinas?

7- ¿Poseen manual o instrucciones de funcionamiento y prevención de cada máquina?

Sí _____ No _____ Especifique: _____

8- ¿En qué rango se encuentra el costo de mano de obra para mantenimiento?

2,000 a 4,000 _____ 4,000 a 6,000 _____ 6,000 a 8,000 _____ 8,000 a 10,000 _____

9- ¿Cuáles son las fallas que presenta frecuentemente las máquinas?

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN- MANAGUA
Facultad Regional Multidisciplinaria
FAREM. ESTELI**



Estimados trabajadores:

Solicito su colaboración a través de la contestación a las siguientes preguntas.

Esta entrevista tiene como objetivo recopilar información y que compartan criterios, experiencia y valoraciones que tienen ustedes con respecto al mantenimiento de las máquinas.

Datos Generales

Nombre: _____ **Fecha de realización de entrevista**

1- ¿Con que frecuencia las máquinas han presentado fallas o problemas?

Semanal — mensual — semestral — trimestral — anual —

2- ¿A quién acuden cuando las máquinas presentan problemas o dejan de funcionar?

Al propietario — Supervisora de producción — Especifique: _____

3- ¿Cuántas veces en el año es reparada la máquina por causa de las averías?

4- ¿Quién realiza el mantenimiento de las máquinas?

Un técnico — especialista en mantenimiento — Especifique: _____

5- ¿Qué problemas producen mayormente las máquinas?

6- ¿Tienen algún problema al manipular alguna de las máquinas?

Sí — No — Explique: _____

7- ¿Pueden ustedes solucionar problemas que presente las maquinas o realizar actividades de mantenimiento?

Sí — No —

8- ¿Qué sugerencia tienen para la empresa o para el encargado de mantenimiento, con respecto a las máquinas que ustedes utilizan?

Plan de mantenimiento preventivo para máquinas productoras de helado de la fábrica Belén



I. Plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación, con el fin de cumplir finalidades como son: disponibilidad, fiabilidad, conservación, con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación.

La aplicación de este tipo de mantenimiento, es la forma más amplia de elaborar un plan de mantenimiento, porque tiene dos ventajas como es: asegurar el buen estado de las máquinas y el cumplimiento de lo indicado en el documento con procedimientos a seguir.

El objetivo de la implementación del mantenimiento es garantizar las condiciones óptimas de operatividad de los equipos en los sistemas productivos o instalaciones industriales, mediante la planificación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento, con la finalidad de asegurar la continuidad del servicio de las máquinas, de acuerdo a parámetros de seguridad operacional.

Entre los beneficios que se alcanzan al desarrollar un programa de mantenimiento preventivo en un período de tiempo, se encuentran:

- a) Prevención de fallas en los equipos o instalaciones, con lo que se evita paros y gastos imprevistos.
- b) Reducción del reemplazo de equipos durante su vida útil.
- c) Reducción de la cantidad de repuestos de reserva.
- d) El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil.

El mantenimiento y las rutinas periódicas deben asegurar el correcto funcionamiento de los componentes críticos de los equipos.

II. Resumen Ejecutivo

El plan de mantenimiento es fundamental en las empresas que poseen maquinaria, debido a que con la práctica de éste se logra prever los problemas que estas pueda presentar, corregirlos en el momento oportuno y mantener la maquinaria en el punto óptimo de funcionamiento y eficacia.

Durante la elaboración del plan de mantenimiento se realizó estudio de campo en la empresa para obtener información precisa. Por medio de la aplicación de técnicas como es la observación directa, entrevistas, investigación realizada en fuentes bibliográficas.

Para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo es importante que exista una documentación donde se establezcan los procedimientos que deben ejecutarse y proporcionando de esta manera mejor proyección en las actividades futuras que se necesitan.

Con la ejecución de este mantenimiento se obtienen beneficios como: seguridad operacional, incremento de la productividad, mantenimiento constante de la calidad del producto durante el proceso productivo y reducción de los costos por mantenimiento o reparación de las maquinarias.

El mantenimiento preventivo juega un papel importante dentro de las empresas ya que de este depende la vida útil de los equipos y con la planificación y ejecución de tareas genera el sostenimiento de los niveles de producción. También se debe garantizar la disponibilidad de los recursos e insumos así como la mano de obra.

El procedimiento consiste en una serie de acciones que se ejecutan de acuerdo al tiempo de servicio del equipo. Estas acciones se realizan para descubrir, evitar o mitigar la degradación de un sistema o de sus componentes.

III. Objetivos

3.1 Objetivo General

Proporcionar un plan de mantenimiento preventivo en la fábrica de helados Belén que facilite su implementación, siguiendo procedimientos y orden en las actividades.

3.2 Objetivo Específico

- Proveer herramientas de fácil aplicación para la conservación y operabilidad de las máquinas.
- Establecer procedimientos que permitan al encargado de mantenimiento aplicarlos fácilmente.
- Desarrollar rutinas para el registro y la programación de actividades de mantenimiento.

Términos técnicos

Mantenimiento correctivo:

Es aquel que se efectúa a una máquina o un equipo cuando se presenta una falla.

Máquina:

Conjunto de mecanismo sincronizados para recibir una forma definida energía, transformándola para producir un efecto mecánico.

Dispositivo:

Mecanismo cuya función se ejerce generalmente en unión con el funcionamiento de una máquina.

Mantenibilidad:

La aptitud para que un equipo se mantenga en condiciones que cumpla sus funciones en un periodo de tiempo dado cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con los procedimientos y recursos establecidos.

Falla:

Alteración de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.

Parada:

Es la interrupción de un bien para cumplir una función requerida.

Mecanismo:

Conjunto de piezas ligadas mecánica o electrónicamente los cuales producen un movimiento sincronizado.

Detección:

Acción de descubrir la aparición de una falla a través de una vigilancia cuidadosa

Localización:

Acción que conduce a determinar con precisión los elementos que presenta una falla.

Reparación:

Intención definitiva del mantenimiento correctivo después de una parada o falla de una máquina.

Instalación:

Colocar en su sitio una máquina, repuesto o accesorio, uniéndolo a las diversas entradas y salidas de los equipos del cual hace parte.

Inspección:

Actividad de supervisión que se efectúa a una máquina dentro de una labor de mantenimiento para detectar fallas en su funcionamiento.

Control:

Verificación de la conformidad de unas condiciones preestablecidas. El control puede: incluir una decisión de aceptación, rechazo, aplazamiento o eliminación de acción correctiva.

Detección:

Acción de descubrir por medio de una vigilancia cuidadosa continua o no, la aparición de una falla.

Accesorios:

Elementos o componentes de un determinado sistema.

Stock:

Cantidad de bienes o productos que dispone una empresa u organización n un determinado momento para el cumplimiento de objetivos.

Pieza:

Elemento perteneciente a una máquina el cual no se puede dividir en el momento de una operación de mantenimiento.

Pieza equivalente:

Piezas de repuesto que responde a las mismas especificaciones de diseño que la pieza original pero que no es suministrada por el constructor.

Ficha técnica:

Documento en el cual se describen las características de un trabajo.

Pieza de repuesto:

Pieza destinada a reemplazar una pieza defectuosa en una máquina.

Pieza defectuosa:

Pieza que presenta uno o varios defectos que alteran las características funcionales.

IV. Marco Teórico

4.1 Mantenimiento

Se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible. (García Garrido, 2009)

La finalidad del mantenimiento es brindar la máxima capacidad de producción aplicando técnicas que brindan un control eficiente del equipo e instalaciones.

4.2 Planeación del mantenimiento

La planeación del mantenimiento nos permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento que dan la dirección a la industria.

Llevar un programa establecido de modelos de mantenimiento, programación y control de esta área proporcionan muchos beneficios como son: menor consumo de horas hombre, menor tiempo de parada de equipos, mejora el clima laboral en el personal de mantenimiento, mejora la productividad y ahorro en costos.

4.3 Importancia del recurso humano en el mantenimiento preventivo

El recurso humano es importante en el mantenimiento preventivo, debido a que el punto de partida para aplicar cualquier proceso de cambio en las empresa es llevar a cabo el empoderamiento junto con el personal desde el inicio, con el fin de que éste se involucre y se familiarice totalmente con el cambio, facilitando así la implementación.

Los empleados forman parte de la empresa y por eso la empresa debe involucrarlos brindándoles apoyo y capacitación necesaria para el desarrollo de sus funciones laborales.

4.4 Función del encargado de mantenimiento

(Cogollo & Milanés , 2006), mencionan que el responsable de mantenimiento realiza las siguientes funciones:

- Planifica y establece las actividades de mantenimiento.

- Supervisa el funcionamiento de las máquinas.
- Estima el tiempo y los materiales necesarios para realizar las labores de mantenimiento y reparaciones.
- Elabora y solicita pedidos de materiales y repuestos necesarios para realizar las tareas asignadas.
- Efectúa inspecciones de la empresa para detectar fallas y recomendar las reparaciones pertinentes.
- Detecta fallas, dificultades y/o problemas que se presenten durante la ejecución del trabajo y decide la mejor solución.
- Estima el costo de las reparaciones necesarias.
- Atiende las solicitudes de servicio de mantenimiento y reparaciones, e imparte las correspondientes órdenes para la solución de éstos problemas.
- Elabora y presenta los reportes de las actividades realizadas.
- Ingresa información sobre mantenimiento en computadora o archivos.
- Cumple con las normas y procedimientos en materia de seguridad industrial, establecidos por la empresa.
- Reporta al gerente de la empresa cuando existe cualquier anomalía.

4.5 Actividades de mantenimiento preventivo

4.5.1 Acciones que provocan mal funcionamiento en las máquinas.

Las fallas resultan de la pérdida del funcionamiento normal o deterioro de algún componente de la máquina, provocando mala operación de un sistema, ensamble, etc. (Manzanares, 2011)

Esta pérdida de funcionamiento normal indica que las fallas de los equipos no están limitadas a producir un inesperado paro que conduzca a la suspensión total. Aun cuando el equipo siga trabajando, el deterioro puede causar varias pérdidas

pequeñas, como: bajo rendimiento, pérdida de velocidad, tiempos de ciclos más largos, tiempo ocioso y paros bajos.

Sin embargo, los pequeños defectos, tales como la basura, el polvo, la fricción, aflojamientos, desgastes y la vibración que pueden parecer insignificantes, son los causantes de la mayoría de los problemas y estos suelen convertirse repentinamente en grandes problemas.

Muchas veces los paros ocurren por que las personas desconocen o no saben la forma de implementar medidas, por esto es importante conocer que los paros pueden ser eliminados si se cumplen los procedimientos.

4.5.2 Actividades que deben realizarse a las máquinas

- Inspecciones sensoriales: estas se realizan con los sentidos, sin necesidad de instrumentos de medida o medios técnicos adicionales, para detectar ruido, mal funcionamiento, etc.
- Lecturas y anotación de parámetros de funcionamiento, con instrumentos que están instalados en los equipos.
- Tareas de lubricación.
- Verificaciones mecánicas, como medición de holguras, alineación, espesor, apriete de pernos, instrumentos de medida, funcionamiento de lazos de control, etc. Pueden requerir de una intervención para que determinados parámetros se ajusten a valores preestablecidos.
- Verificaciones eléctricas, como medición de intensidad de corriente, verificación de puestas a tierra, verificación del funcionamiento de paradas de emergencia, verificación de conexiones, etc.
- Análisis y mediciones de variables con instrumentos externos, como analizadores de vibraciones, termografías, análisis de aceites, etc.
- Limpiezas, que pueden ser sencillas o de cierta complejidad técnica.
- Chequeo de maquinarias y equipos.

- Sustitución o reacondicionamiento condicional de piezas sujetas o propensas al desgaste.
- Sustitución o reacondicionamiento sistemático de piezas sujetas o propensas al desgaste.

A la hora de elaborar la lista completa de tareas que requiere la máquina es conveniente comprobar cuáles de los tipos de tareas mencionadas necesitan aplicarse, para asegurarse de que no existirá atrasos al momento de realizar el mantenimiento por falta de registro de actividades.

4.5.3 Indicaciones para realizar limpieza

Un buen plan mantenimiento empieza por la buena limpieza, llevándose a cabo con frecuencia y se debe prestar atención especial a las instrucciones porque todo trabajo necesita instrucciones, teniendo en cuenta como se debe realizar, cuando, y con qué materiales.

Un programa de lubricación completo y efectivo es esencial en el programa de mantenimiento preventivo. También debemos señalar que no basta realizar solamente la lubricación de máquinas, si no que debe combinarse con otras técnicas.

4.5.4 Indicaciones para realizar inspecciones:

La parte más importante de todo programa de mantenimiento preventivo es la inspección. Esta actividad no solo revela la condición de la máquina, si no que supone un ajuste, reparación o cambio de piezas desgastadas y de esta forma eliminar circunstancias que pueden ser causantes de averías o deterioro de la máquina.

4.5.5 Instrucciones de lubricación

- Limpiar los orificios y los engrasadores antes y después de engrasar.
- Suministrar aceite limpio y compatible con la máquina.
- Limpiar el filtro de aceite cada vez que cambien el aceite del depósito.
- Vigilar las lámparas de control.
- Conservar limpio el motor.

- Evitar derramar grasa o aceite o grasa en las tinas metálicas o contenedores de helado

4.6 Niveles de inspección

Nivel 1: Observación diaria.

La lleva a cabo el operario. Implica la observación del funcionamiento de la máquina herramienta en su ciclo normal de trabajo comprobando todas sus funciones.

Nivel 2: Observación semanal.

La realiza el encargado de lubricación durante la operación semanal. Incluye actividades del nivel 1, con observaciones adicionales de la presión del aceite, el funcionamiento de los dispositivos de lubricación, y las fugas de aceite.

Nivel 3: Inspección menor.

Debe estar a cargo de un empleado de mantenimiento especialmente capacitado, con buenos conocimientos de máquinas herramientas y sistemas eléctricos e hidráulicos de control.

Nivel 4: inspección general.

Incluye los niveles 1, 2 y 3, y requiere paro de máquina. Además se comprueban el nivel de la máquina, el paralelismo de la guías respecto a la línea, ajuste de embragues, frenos, cojinetes, recambio de piezas desgastadas, sustitución de correas, etc.

La inspección general puede hacerse cada año, cada 6 meses en dos turnos, dependiendo del tipo de máquina y debe anunciarse al personal de producción sobre el paro.

El nivel 4: Calidad actual de la máquina y de su fiabilidad.

Si alguna de las pruebas indica condiciones incorrectas, se recomienda que la inspección de control de calidad, se haga para dar información detallada sobre las condiciones de las máquinas.

Nivel 5: Inspección de control de la calidad de las máquinas

Puede realizarse cuando se instala una maquina nueva, reconstruida o usada. Esto se realiza principalmente en máquinas de precisión especial o cuando existen quejas por parte de los operarios a causa de la baja calidad del producto que se procesa.

4.7 Concepto de fallas

El término falla de máquina o descompostura usualmente implica que la máquina ha dejado de hacer la función de diseño o lo que se espera de ella. Esto es llamado pérdida de función.

Esta pérdida de función se divide en tres categorías principales: obsolescencia, accidentes y degradación de la superficie. De las tres la degradación de la superficie de los componentes internos es la causante de la pérdida de la función de las máquinas en la gran mayoría de los casos. Esta se debe principalmente al desgaste corrosivo y al desgaste mecánico.

4.8 Indicadores de mantenimiento

Las herramientas de control generalmente llamadas “indicadores” informan sobre tres situaciones importantes para detectar el desarrollo de nuestros planes:

1. Lo que se supone que debe acontecer.
2. Lo que está aconteciendo.
3. El grado de desviación tolerable que puede existir.

Estos informan sobre el trabajo de conservación o registro que se debe tener en la fábrica y que está representado por las rutinas y las órdenes de trabajo elaboradas por el encargado de mantenimiento.

4.8.1 Indicadores de productividad

a) Eficiencia en el trabajo

$\text{Horas Hombre trabajadas} - \text{Horas Hombre retrabamos} \times 100 / \text{Horas Hombre trabajadas}$

b) Nivel de disponibilidad de equipos

$\text{Equipos programados} - \text{equipos con paro} \times 100 / \text{Equipos programados}$

c) Nivel de conservación.

$\text{Trabajos de conservación contingente} \times 100 / \text{Trabajos de conservación programada}$

4.8.2 Indicadores de costo

a) Nivel de calidad de instalaciones

$\text{Costo de conservación} \times 100$

$\text{Valor de las instalaciones}$

b) Indicador de reposición de equipos

$\text{Costo de conservación} \times 100 / \text{Costo de reposición}$

c) Nivel de costos de conservación

$\text{Costo de conservación} - \text{Costo de paro} \times 100 / \text{Costo de conservación}$

d) Nivel de costo de conservación por Horas Hombre

$\text{Costo de nómina de conservación} \times 100 / \text{Costo de nómina de la empresa}$

e) Cumplimiento de presupuesto

$\text{Costo real de conservación} \times 100 / \text{Costo de nómina presupuestado de la empresa}$

f) Impacto por conservación

$\text{Costo de Paro} \times 100 / \text{Costo de producción}$

V. Descripción y funcionamiento de las maquinas que serán objeto de estudio para el mantenimiento.

5.1 Descremadora

Una descremadora es un equipo separador centrífugo, utilizado para la disgregación de las dos fases que contiene la leche líquida entera, simultáneamente ambas fracciones quedan liberadas de impurezas y contaminantes es decir realiza la clarificación.

Estas máquinas se encargan de la limpieza de la leche, crema y suero, se caracterizan por alta rotación del tambor para obtener la mejor eficiencia de sólidos con diámetros pequeños para eliminar la suciedad, grasa, esporas y bacterias de la leche.

5.1.1 Operación de la máquina descremadora en el proceso productivo

La leche es introducida por la parte superior de la centrífuga y discurre por el interior de los discos y al llegar a la base de la centrífuga pasa por los agujeros de los discos alineados. Entonces la leche debido a la fuerza centrífuga se separa en dos flujos, uno de leche desnatada y otro de grasa.

Debido a que la materia utilizada es líquida (la leche), proporciona una alimentación suave en la máquina y permite que el producto logre la alta velocidad en donde se produce la separación, sin ocasionar ruptura de los glóbulos de la grasa. Además la alta velocidad de rotación del tambor y la expulsión rápida de los lodos, garantizan eficiencia de separación y limpieza del producto.

5.1.2 Datos técnicos de la descremadora

(Nariño, 2012), menciona las generalidades y las instrucciones de mantenimiento de la máquina descremadora, como se muestra a continuación:

La máquina descremadora tiene la capacidad de trabajo de 200 a 280 litros por hora, pero esto es de acuerdo a la calidad de la leche.

Modelo	AE-108
Aplicación	Descremar
Capacidad	325 lts / hora
Energía	220V – 60 Hz
Tanque	18 lts
Peso	10 kg
Material	Acero inoxidable
Temperatura	32 – 35° C

Tabla 1: Datos técnicos de la descremadora.

5.1.3 Instrucciones de mantenimiento de la máquina descremadora

- Evitar que le caiga agua ni leche o líquidos a las poleas, bandas, motor, disco de embrague.
- Mantener limpio y seco esas partes.
- El motor del equipo debe estar conectado a un enchufe lo suficientemente fuerte y firme que soporte para evitar que el cable y el toma se recaliente, para ello se debe revisar que las conexiones sean las adecuadas, estén limpias y secas.
- Instalar el equipo en un piso limpio, uniforme y nivelado.
- Desmonte las tolvas y bandejas del equipo, el tazón, desatornille y saque los platos y lávelos con abundante agua y jabón, enjuague y vuelva a armar el conjunto de acuerdo al orden indicado. Esto se realiza siempre que termina una jornada de trabajo de descremado.



Figura 4: Descremadora. **Fuente:** propia

5.2 Pasteurizadora

La pasteurizadora es una máquina que tiene como función lograr que los alimentos que se introducen en ella queden libres de bacterias por medio del calentamiento de los mismos a elevadas temperaturas, haciendo que conserven sus propiedades y características tales como valor nutricional y sabor original.

(Ochoa, 2015), describe que la pasteurización es la etapa crítica en el proceso de elaboración de productos lácteos, que asegura su inocuidad al controlar el riesgo de contaminación con microorganismos patógenos. De acuerdo al marco del HACCP, este es un punto crítico de control en la mayoría de los procesos de elaboración de productos lácteos. (p.6)

5.2.1 Principios básicos de pasteurización

- Medición y registro de la temperatura de pasteurización:
- La temperatura de pasteurización medida debe ser representativa en la zona más fría. El rango de temperatura debe ser de 85 a 4 °C durante 90 minutos.

- Debe existir doble confirmación de la temperatura de pasteurización y es necesario un control de la temperatura de pasteurización, para garantizar el cumplimiento de la tolerancia especificada.
- La indicación del termómetro de pasteurización provee la temperatura oficial de procesamiento del producto.
- Ubicación / Accesibilidad: El termómetro para el producto pasteurizado deberá ubicarse en la cámara de sensado o medición junto con el sensor del registrador de temperatura de pasteurización, debajo de la cañería de retención.
- Revisar la velocidad de respuesta, debido a que el tiempo que debe transcurrir para que la lectura del termómetro se incremente 7 °C bajo las condiciones especificadas, no deberá exceder 4 segundos.

5.2.2 Recomendación para la pasteurización

La elección del sistema depende del número inicial de gérmenes y de lograr la esterilización total o solamente la reducción del contenido microbiano por medio de la pasteurización. Afectan a la elección de la técnica, también las cantidades a procesar, no es lo mismo una tina de 20 litros que pasteurizar, 600 o más litros por horas.

Sistema	Temperatura °C	Duración del calentamiento	Efecto germicida en %
Pasteurización baja o lenta	62 - 65	30 Minutos	95 %
Pasteurización rápida	71 - 75	15 minutos	99.50 %
Pasteurización alta	80 - 85	1 a 2 minutos	99.90 %

Tabla 2: Recomendación para la pasteurización



Figura 5: Pasteurizadora. **Fuente:** propia

5.3 Homogeneizador de pistones

5.3.1 Funcionamiento de homogeneizador

El procedimiento de homogeneización con máquinas de pistones es realizado en media y alta presión, permitiendo disminuir el tamaño de los glóbulos grasos presentes en la leche. El proceso consiste básicamente en un tratamiento mecánico del producto o mezcla, bombeado a presión a través de una válvula en una o dos etapas según el producto a procesar.

(Robleto, 2014), señala que el sistema de pistones se compone por dos etapas para lograr homogeneización suave, en la primera etapa el pistón bombea la leche proveniente del pasteurizador a través de un ciclor, luego es ingresado a la cámara dos donde el pistón dos lo envía a través de un ciclor más pequeño, logrando enviar de vuelta la leche al pasteurizador con las características deseadas.

5.3.2 Datos técnicos del homogeneizador

Modelo del homogeneizador	GJB
Número de embolo	3
Tipo de homogenización	Dos etapas de homogenización
Tipo de procesamiento	Materiales sólidos y fluidos
Ambito de variación del manómetro	- 2 Mpa
Temperatura de funcionamiento	$\leq 70^{\circ} \text{C}$
Presión	25 Mpa
Capacidad	200 L/H
Energía mínima	2.2 KW
Energía Maxima	15 KW
Suministro electrico	380 V
Fase	Trifasica

Tabla 3: Datos técnico del homogeneizador.



Figura 6: Homogeneizador. **Fuente:** propia

5.4 Partes de las máquinas

5.4.1 Partes de la descremadora

5.4.1.1 Base de tazón y empaque

Sirve como apoyo general de los conos y demás componentes que complementan la descremadora, ayudado una junta de empaque que es la que retiene el líquido cremoso con la leche sin dejar que salga al exterior. (Nariño, 2012)



Figura 7: Base de tazón. . **Fuente:** <https://es.escribd.com/doc/99232996/Descremadora-de-Leche>

5.4.1.2 Cono portas platos:

Este es un cono que ayuda a colocar y mantener los platos de acero en una forma específica para fácil armado y desarmado de sí mismo verificando que la pequeña media luna circular de perforación que tienen en la parte superior coincida con la ranura del cono porta platos.



Figura 8: Porta platos. **Fuente:** <https://es.escribd.com/doc/99232996/Descremadora-de-Leche>

5.4.1.3 Platos:

Estos platos van colocados en el tazón y varían sus formas, números y tamaño dependiendo de la cantidad de leche a procesar, ellos poseen una guía de orificio por donde se introducen en el cono porta platos para su debida instalación. (Nariño, 2012)



Figura 9.Porta platos. **Fuente:** <https://es.escribd.com/doc/99232996/Descremadora-de-Leche>

5.4.1.4 Cojinete

5.4.1.4.1 Mantenimiento que debe realizarse al cojinete:

Según (E, 2014), menciona que para el mantenimiento de cojinetes, se debe realizar lo siguiente:

Los materiales que se deben utilizar para limpiar los cojinetes son: disolvente de pintura, alcohol, lubricante y toallas de papel absorbentes. La limpieza es importante para que no produzca ruidos. También esta se realiza después que ocurre mojado accidental y cuando comienza a presentar poca resistencia de los rodamientos que están dentro.

El primer paso es tomar una toalla de papel y limpiar la suciedad en el exterior del rodamiento, luego retirar el protector que cubre los rodamientos o rulemanes. Esto puede hacerse mediante un pequeño destornillador. Ahora la parte interior del rodamiento sumergir en disolvente de pintura durante 30 minutos pero cuando están muy oxidados necesitan un baño extra largo y pueden dejarse ahí toda la noche.



Figura 10. Cojinete. Fuente: propia

5.4.1.5 Cono de ajuste:

El cono de ajuste posee orificios de alimentación de leche, salida de crema, salida de leche, tornillo de ajuste.



Figura 11. Cono de ajuste. Fuente: <https://es.escribd.com/doc/99232996/Descremadora-de-Leche>

5.4.1.6 Tapa tazón y tuerca:

La tapa es la que cubre el tazón quedando este herméticamente en el interior manteniéndose en su lugar con firmeza por medio de la tuerca de ajuste.



Figura 12.Base de tazón. **Fuente:** <https://es.escribd.com/doc/99232996/Descremadora-de-Leche>

5.4.1.7 Tapón de lubricación de caja:

Este permite que se mantenga sellada con una junta de empaque la entrada de aceite lubricante de la caja de engranes que dan rotación centrípeta para evitar el desgaste por fricción al sistema de la máquina.



Figura 13.Tapón de lubricación de caja. **Fuente:** <https://es.escribd.com/doc/99232996/Descremadora-de-Leche>

5.4.1.8 Eje propulsor:

Este se acopla con la guía del eje y el cono armado para permitir el paso de la propulsión que viaja a través del eje de transmisión, este generado al mismo tiempo por un motor eléctrico.



Figura 14.Eje propulsor. **Fuente:** <https://es.escribd.com/doc/99232996/Descremadora-de-Leche>

5.4.1.9 Turbina



Figura 15.Eje propulsor. **Fuente:** <https://www.google.com.ni/search?q=partes+una+descremadora>

5.4.1.10 Motor eléctrico:

Este es un motor eléctrico de 2 fases que con el paso de la corriente 110 voltios hace que gire generando torque a la polea de transmisión de fuerza rotacional que se conecta a los discos de embrague de la máquina.



Figura 16.Motor eléctrico. **Fuente:** propia

5.4.2 Partes de la pasteurizadora

5.4.2.1 Sensores

Estos controlan las temperaturas del interior, presiones, producto disponible y el tiempo del proceso a realizar.

El sensor funciona como un swiche y está conformado por un tenedor que realiza el trabajo de detectar nivel en un tanque determinado o en tuberías y gracias a su sistema de medición, no se afecta por las propiedades químicas y físicas de los productos.

Su principio de funcionamiento consta de un diapasón el cual permanentemente está vibrando a una frecuencia de resonancia aproximadamente de 1200 Hz. Las piezas son fijadas mecánicamente y por lo tanto no son limitadas a choques de temperatura.



Figura 17. Sensores. **Fuente:** <https://spanish.alibaba.com/product-detail/commercial-milk-pasteurizer-for-sale-price>.

5.4.2.2 Flotante:

Es un elemento que se encuentra dentro del tanque de balance, cuya tarea es mantener y asegurar un nivel de producto constante en su interior. Su importancia es que hace que el sistema sea continuo y trabaje según el tiempo o temperatura establecida.

5.4.2.3 Sensor de temperatura de la válvula de recirculado

Detecta los cambios de temperatura en el fluido a lo largo del proceso de pasteurización, activando la válvula de recirculado para desviar el producto que se ha pasteurizado, a la temperatura de trabajo.

5.4.2.4 Registrador de temperatura:

Este sirve para verificar que el proceso se esté realizando de forma correcta a la temperatura programada.

5.4.2.5 Termostato:

Su función es apagar o encender automáticamente el compresor a fin de mantener el área enfriada dentro de un campo de temperaturas.

5.4.3 Partes del homogeneizador

5.4.3.1 Válvula de alta compresión de homogenización

Esta válvula esta fabricada de acero especial, resistente al revestimiento de ácidos y líquidos alcalinos. también puede trabajar bajo presión de 100 Mpa.



Figura 18.Valvula de alta compresiones homogenización. **Fuente:** propia



Figura 19.Neumatica de bomba homogeneizadora. **Fuente:** propia

5.4.3.2 Válvula de baja presión homogeneizadora

Esta valvula está elaborada con acero

5.4.3.3 Valvula unidireccional

Se encarga de permitir el paso de aire libremente, cuando circula desde el terminal 1 al 2. también los cilindros salen o entran lentamente.

Es una forma de alimentación de la válvula y la válvula de descarga. Es resistente al revertimiento de ácidos y líquidos alcalinos.



Figura 20.Valvula unidireccional. **Fuente:**

<https://www.google.com.ni/search?q=valvulas+neumaticas+5/2&tbm>

5.4.3.4 Valvula de bola

Una válvula de bola o válvula de esfera, es un mecanismo de llave de paso, que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.



Figura 21.Valvula de bola. **Fuente:** propia

5.4.3.5 Empaque o junta

La junta de estanqueidad o empaquetadura es una pieza formada de materiales blandos, que se ubica entre dos piezas para lograr un buen ajuste entre ambas, evitando perdida o entrada de fluidos como: aceite, agua, refrigerante, combustible, etc.

5.4.3.6 Función de las juntas

La función principal es lograr la estanqueidad del motor, donde se evite la fuga de lubricante o presión, también garantiza la hermeticidad del motor, proporcionar el sellado de los gases de combustión, aceite de lubricación y refrigerante.

(García, 2015), menciona que las altas temperaturas y altas presiones, junto con la presencia del líquido refrigerante y el aceite de motor, hacen que el lugar donde trabaja la junta de la culata sea el área más crítica de sellado del motor.



Figura 22.Juntas de motor. **Fuente:** propia

5.4.3.7 Bombas de pistón

Esta bomba se usa cuando se necesita alcanzar elevadas presiones, como en homogeneizadores para realizar el proceso de homogenización. Además el cabezal de esta bomba consta de uno o varios pistones y posee dos válvulas que regulan el sentido del flujo e impiden el retroceso de este.

5.4.3.8 Pistón o embolo

Es un órgano vital del motor que trata de mejorar el rendimiento térmico de este. El pistón efectúa un movimiento alternativo adelante y atrás consiguiendo realizar impulsión del líquido, este se encuentra ubicado en la bomba, la cual depende de la válvula de bola. Estas deben ser protegidas con filtros e incluso con más válvulas y requieren un mantenimiento cuidadoso, debido a que necesitan ser desensambladas para su limpieza, pero esto puede representar dificultad para lograrlo de forma adecuada.



Figura 23.Pistón. **Fuente:** Propia

5.4.3.9 Bloque o cabezal de compresión

Es un elemento central de homogeneizador puesto que bombean el producto a alta presión hasta el interior de la válvula de homogeneización y de esta forma activan el proceso de homogeneización. (Fernández, 1989)

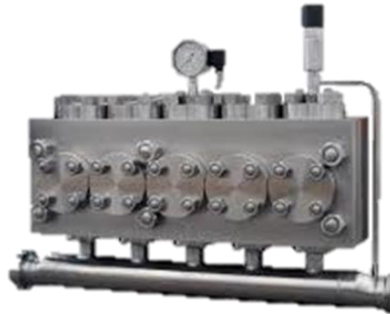


Figura 24.Bloque o cabezal de compresión. **Fuente:**

<https://www.google.com.ni/search?q=bloque+de+compresión&tbm>

5.4.3.10 Válvula estándar homogeneizadora

Estas se utilizan en homogeneizador de pistones, teniendo como función el bombeo y elevación de presión del producto llegando a los valores requeridos. (Zuviria, 2004)



Figura 25.Valvula estándar homogeneizadora. **Fuente:**

<https://www.google.com.ni/search?q=Válvula+estándar+homogeneizadora>

5.4.3.11 Ventilador

Su función es aumentar el flujo de aire para mejorar el intercambio de calor y enfriar la máquina y protegerla contra el calor.



Figura 26. Ventilador. **Fuente:** Propia

5.4.3.12 Manómetro calibrado para lectura de presión

Es utilizado para medir la presión.



Figura 27. Manómetro. **Fuente:** propia

5.4.3.13 Tuberías de agua de enfriamiento



Figura 28. Tubería de agua de enfriamiento del homogeneizador. **Fuente:** propia

VI. Procedimientos para la implementación del mantenimiento preventivo.

A continuación se detalla las diferentes etapas del diseño de un plan de mantenimiento preventivo.

6.1 Inicio del plan de mantenimiento preventivo.

La gerencia debe anunciar oficialmente el inicio del plan y se debe registrar oficialmente la fecha de inicio del plan de mantenimiento ya que esta fecha será referencia en la cuantificación de los resultados del plan de mantenimiento.

6.2 Planeación

Es el procedimiento organizado que permitirá programar el cumplimiento de los objetivos mediante una aceptada utilización de los recursos en poder del gerente.

Involucra un ejercicio mental importante y cuidadoso, en el cual se deben ahorrar esfuerzos en la búsqueda de información, en consultar con los especialistas, operarios y técnicos, analizar los costos, en la conformación de grupos asesores, permitir la lluvia de ideas y finalmente el uso de herramientas importantes de programación de actividades, determinación de tiempos y ruta crítica.

6.3 Organización y ejecución

Es la fase en donde se lleva a la realidad el proceso de planeación para lo cual se requiere organizar grupos de trabajo y operacionalizar el proyecto.

Cuando la planeación ha sido rigurosa y detallada, esta fase se desarrolla de manera fácil, ya que con anterioridad se han tenido en cuenta los factores que intervienen.

La labor general dentro de la organización o gestión de mantenimiento es permanente. El gerente debe crear los mecanismos adecuados para garantizar que durante el desarrollo de cualquier proyecto exista una dirección adecuada.

La selección de personal es fundamental para lograr contar con personas capacitadas, con actitudes de liderazgo y comunicación, ya que estas juegan un papel importante en toda empresa o institución.

6.4 Inventario de equipos

Nombre de máquina	Cantidad	Fabricante	Modelo	Serie
Descremadora	1	Bauducco	CEDC 100	MR-01177
Pasteurizadora	1	Argos 120	EM-20	217020219
Homogeneizador	2	Finamac	HL-11012	LK-045

Tabla 4: Inventario de equipo.

6.5 Selección de máquinas que forman parte del plan de mantenimiento preventivo

Para la selección se debe de considerar lo siguiente:

- Importancia de las máquinas en el proceso productivo
- Costos de reparación
- Nivel de organización de producción y mantenimiento
- Disponibilidad de información acerca de las maquinas

6.6 Valoración del estado de las máquinas

Consiste en la realización de un estudio técnico para determinar el estado actual de las máquinas, en este se deben incluir las máquinas que tienen un grado de deterioro normal.

La valoración del grado de deterioro se puede realizar de dos formas:

1. Ponderando el deterioro de cada una de las partes de la máquina.
2. Comparando los parámetros de funcionamiento global

Máquina	Estado
Descremadora	Bajo rendimiento de procesamiento, lamina transportadora de leche floja
Pasteurizadora	Bajo nivel de calentamiento de leche, temperatura de leche poca homogénea, el deposito solo calienta una parte.
Homogenizador	Produce ruido, procesa la leche con grasa, exceso de presión

Tabla 5: Valoración de las Maquinas.

6.7 Estudio de las máquinas

Este paso se requiere estudiar, leer libros instructivos, manual, catálogos de uso y funcionamiento, buscar información o fuentes que ayuden a adquirir conocimiento de cada máquina.

6.8 Realización de archivo técnico

Este debe contener la información que se ha recopilado perteneciente a las máquinas como es: catálogo de utilización, partes, documentos instructivos que contienen diagramas, manuales de funcionamiento. Es necesario tener registros que evidencien el cumplimiento del mantenimiento.

6.9 Codificación de las máquinas

Para realizar este paso es necesario tener identificadas las máquinas. Este consiste en realizar una clasificación de las máquinas, clases de acuerdo con las características y semejanzas entre ellas. Se debe diseñar una codificación que permita identificar claramente cada una de las máquinas.

Es muy importante contar con un código para cada máquina por que permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa, la codificación de la maquinaria, facilitará el trabajo administrativo y lo hará más eficiente.

6.9.1 Objetivos de la codificación

- Identificar el equipo codificado.
- Proporcionar información coherente del equipo de acuerdo a sus características.
- Ofrecer brevedad en la lectura y transcripción de nombre del objeto.
- Recopilar datos para establecer detalladamente las características de las máquinas.

6.9.2 Formas de codificar

Existen formas para establecer los códigos de las máquinas existentes en la empresa, entre ellas están las siguientes:

6.9.2.1 Codificación bruta

Este tipo de codificación se le denomina bruta, debido a que la asignación del código a cualquier máquina y no necesariamente se relaciona con las características de la misma. Esta codificación no incluye letras sino números. (Ponce, 2009)

Este método es la combinación de números binarios entre el 0 y el 1, pero esta codificación ha estado desapareciendo en la industria debido a la imposibilidad de identificar las máquinas con un código numérico, existiendo la posibilidad a la utilización de códigos inteligentes; donde es posible identificar los equipos con todas sus características, tales como la ubicación dentro de la empresa, tipo de máquina.

A continuación se describen algunas características de este tipo de codificación:

Posee infinidad de posibilidades al momento de codificar

Si la cantidad de equipos en una compañía es considerable, los códigos tienden a ser lo suficientemente grandes.

6.9.2.2 Codificación inteligente

Este tipo de codificación se le conoce con el nombre de codificación inteligente debido a que los códigos están definidos de acuerdo a las características de la máquina, tales como: la ubicación dentro de la organización, tipo de máquina, si es padre o hijo de una u otra máquina.

Este tipo de codificación surge a raíz de necesidad de reconocer los equipos dentro de una compañía de una manera rápida y efectiva. Contiene características del equipo, en su estructura cada código contiene números y letras los cuales a su vez dan al usuario información coherente del equipo al cual se le fue asignado.

Características importantes de la codificación inteligente son:

- Proporciona información coherente del equipo de acuerdo a las características que lo identifican.
- En su estructura contiene letras y números; cada uno de estos elementos cumple una función específica.
- Ocupa mayor espacio en la memoria de los equipos que la codificación bruta.

- La identificación de los equipos es fácil de comprender, cada letra o número cumple una función específica de acuerdo al orden establecido.

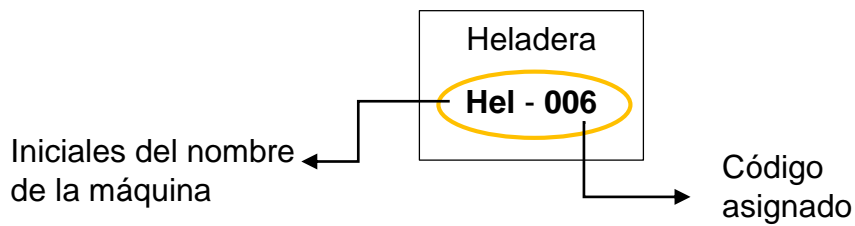


Figura n° 29. Ejemplo de codificación inteligente

La figura anterior es un ejemplo de codificación inteligente, de acuerdo a la información proporcionada se puede decir que la codificación ofrece buena información con la cual es fácil identificar el equipo.

6.9.3 Especificación de la codificación

Se colocan las tres primeras letras del nombre comercial del equipo seguido por tres números que inician desde el 001 hasta el 999.

Código	Equipo
Des-001	Descremadora
Pas-002	Pasteurizadora
Hom-003	Homogeneizador

Tabla 6: Especificación de codificación

6.10 Definir los parámetros de funcionamiento general de las máquinas

Se equipara aquellos parámetros que pueden reconocer la eficiencia global de la máquina. Estos parámetros están relacionados con el aporte de la máquina en el proceso de servicio. La determinación de estos parámetros será la base para la evaluación del plan de mantenimiento preventivo.

6.11 Definir los objetivos del plan de mantenimiento preventivo

Su propósito es escribir y cuantificar las expectativas del plan de mantenimiento preventivo. Partiendo de la situación actual, se deben estimar las mejoras que se esperan con la aplicación del plan. La determinación de estos objetivos ayudará a la evaluación del plan.

6.12 División de las partes y subpartes de las máquinas

Con este procedimiento se pretende desglosar las partes de la máquina y permitir formar una lista de sub partes por cada parte, lo cual ayudará a tener mejor conocimiento de la estructura de las mismas.

6.13 Descripción de la inspección

Se deberán diseñar las inspecciones que se consideren necesarias para cada una de las sub partes, de esta forma, poco a poco, se creará una lista de inspecciones de toda la máquina.

6.14 Criterios para determinar las frecuencias

- Ambiente que rodea la máquina.
- Horas de funcionamiento.
- Historial.
- Ocurrencia de daños humanos.
- Ocurrencia de fallas en cadena.
- Experiencia del personal técnico.
- Costo de falla.
- Juicio del diseñador del plan de mantenimiento.

6.14.1 Frecuencia de la inspección

Es el número de veces que la inspección se deberá realizar dentro de un tiempo de referencia y el periodo se refiere a cada cuanto se tiene que realizar la inspección.

Se debe determinar para cada inspección su duración estimada, normalmente la duración se expresa en minutos. También esta duración es esencial para realizar la programación anual de las inspecciones.

6.15 Selección de personal para cada inspección

Se refiere a la cantidad y especialidad de los operarios que se requieren para realizar las inspecciones. Se debe determinar para cada inspección, la cantidad y especialidad de los operarios requeridos para ejecutarla. Normalmente se indica, la cantidad y el código de la especialidad.

6.16 Organizar la ejecución de las inspecciones

Esta etapa consiste en la definición del procedimiento administrativo y el diseño de la documentación necesaria para ejecutar las inspecciones. Procedimiento administrativo que involucra el diseño de un flujo grama columna, que tome en cuenta todos los conceptos de forma y contenido relacionados con el diseño de los procedimientos.

La documentación incluye el diseño de los documentos que se realizarán para solicitar la ejecución de las inspecciones, registrar la retroalimentación técnica, el historial de las reparaciones y los datos técnicos globalidad de la máquina.

6.17 Establecer los repuestos requeridos para ejecutar cada inspección

Se debe calcular la cantidad de repuestos por año que se necesitan por inspección y determinar para cada inspección, la cantidad y el tipo de repuestos requeridos para ejecutarla, se debe analizar la descripción y la frecuencia de la inspección para determinar la cantidad de repuestos.

6.18 Calcular la disponibilidad de mantenimiento preventivo

La disponibilidad se puede expresar en horas o minutos. Representa la cantidad total de horas o minutos por semana, que se tienen para realizar las inspecciones. La disponibilidad se debe calcular por sección productiva y especialidad.

Calculo de la disponibilidad para mantenimiento preventivo, cuando dentro del tiempo de no producción se realizan trabajos que corresponden a otro tipo de mantenimiento.

6.19 Elaboración de diagrama de Gantt anual

Este método consiste en la programación de las inspecciones. El Gantt anual es un cuadro que permite la distribución en el tiempo, de las inspecciones. Normalmente el Gantt anual se divide en las 52 semanas del año y las inspecciones se programarán en las diferentes semanas del año, según su periodo, frecuencia y la disponibilidad que exista para ejecutar el mantenimiento preventivo. Este diagrama Gantt puede realizarse con una programación “inspección por inspección” o se puede realizar también por “grupo de inspecciones”.

6.20 Aplicación de estrategia de motivación

Busca la mejor manera de involucrar a los participantes en el plan de mantenimiento y crear conciencia de la importancia del mismo. Con la estrategia utilizada se debe lograr que el técnico de mantenimiento y operarios se adapten al cambio, para esto se deben realizar reuniones para informar acerca de los beneficios, funcionamiento y objetivos del plan de mantenimiento.

6.21 Calcular el costo total del plan de mantenimiento preventivo.

Normalmente este cálculo se realiza para un año de ejecución del plan. Por lo tanto, los costos de mano de obra y repuestos serán los costos que se generan en un año.

- Cálculo de los materiales.
- Cálculo de la mano de obra.
- Cálculo del costo total del programa de mantenimiento preventivo.

6.22 Evaluación del plan de mantenimiento preventivo.

Un criterio para evaluar los resultados del plan de mantenimiento es registrar los parámetros de funcionamiento global, porque estos se pueden graficar en el tiempo y observar su comportamiento.

6.23 Actualizar el plan de mantenimiento preventivo.

Esta etapa pretende resaltar la importancia de dar un seguimiento detallado al plan de mantenimiento preventivo. La actualización indica la necesidad de que cada vez que se cumpla un ciclo de ejecución del plan, éste se debe revisar, ajustar y mejorar antes de iniciar un nuevo ciclo.

6.24 Aplicación de la teoría de la fiabilidad o curva de la bañera

Esta teoría de la bañera se puede aplicar a las máquinas de la fábrica Belén para encontrar problemas que se podrían presentar detectándolos de forma anticipada. Para hacerlo es necesario empezar a observar el comportamiento del equipo desde su instalación, es decir desde el momento en que la máquina es puesta en marcha desde la primera vez.

Una de las maneras de hacerlo, es llevar un registro de fallas y funcionamiento de las máquinas en la cual se debe indicar el tiempo que están siendo utilizadas y con cierta periodicidad durante un determinado intervalo de tiempo, estos pueden ser: semanal, mensual, trimestral, semestral, anual.

Es importante realizar un conteo de las fallas presentadas y de manera estadística promediar las fallas, para que durante el ciclo de vida de las máquinas tener contabilizadas las fallas que estas han presentado y luego proceder a hacer el análisis de fiabilidad, con la ayuda de los especialistas en este tipo de máquinas, con los cuales se deberán establecer los factores que determinan el porcentaje de fiabilidad del equipo, como es: edad del equipo, medio ambiente, carga de trabajo, aspecto físico, mediciones de prueba y funcionamiento.

De esta forma realizar trabajo en conjunto por medio de herramientas para valorar cada uno de los elementos y ordenarlos según la necesidades, para que luego se evalúen cada uno de estos elementos de manera individual y compararlo con el porcentaje estipulado anteriormente, para que al final se defina si es necesario hacer cambios o reparaciones en los componentes del generador y conocer además cual de ambas alternativas es más beneficioso económicamente.

6.24.1 Fases de la curva de la bañera

En la primera fase de la implementación del sistema la tasa de falla disminuye notablemente con el tiempo porque cualquier falla inicial o problema es superado con una solución. Durante la siguiente fase de vida útil, en el fondo de la curva en forma de bañera, la tasa de falla se vuelve más constante sobre el curso del tiempo a medida que los componentes del sistema están en relativamente buena forma.

Al final de su duración, la curva asciende nuevamente de forma pronunciada, como la pared de la bañera, ya que la falla aparece en una tasa aumentada. Es decir, cuando la máquina es vieja presenta nuevos problemas, añadiéndose los problemas anteriores. Todos ellos se acumulan lo que genera problemas antiguos tras otro nuevo que le sigue.

VII. Aplicación de herramientas para mantenimiento preventivo

7.1 Aplicación de curva de la bañera en máquina descremadora

7.1.1 La etapa de fallos inicial de la descremadora

En esa etapa se han dado fallos por pequeños defectos de fábrica el encargado de mantenimiento ha estado dando revisión a la maquina por lo tanto en la etapa inicial no se produjo tantas fallas.

7.1.2 Etapa de madurez

La máquina está en la mitad de su vida útil llegando a la etapa de desgaste debido que la maquina apenas está llegando 9 años de uso de los 12 años de vida útil.

La máquina ha presentado fallas algunas mínimas y otras que son leves esto conllevó a hacer mantenimiento continuo a las máquina.

A esta máquina se le brinda mantenimiento cada dos meses aparte que se le hace una revisión general.

Las maquina trabajan de 8:00 am hasta las 2:00pm dando un total de 6 horas diarias y los 6 días de la semana lo que quiere decir que hasta el momento la maquina tiene (13,104) horas trabajadas.

La máquina trabaja todos los 12 meses del año en 26 días al mes dando un total de días al año de 312 días.

Vida temprana		Vida Útil		Envejecimiento	
Año	Fallas Presentadas	Año	Fallas Presentadas	Año	Fallas Presentadas
2009	11	2013	8	2017	22
2010	9	2014	11		
2011	8	2015	14		
2012	7	2016	17		

Tabla 7: Datos de la curva de la bañera.

Cálculos

La máquina trabaja 6 horas diarias

(312 días trabajados/años) x (6 horas al día) = 1,872 horas al año

X 9 años que tiene de uso la maquina= 16,848 horas de trabajadas

7.1.3 Etapa de desgaste

En esta etapa la maquina ya está cerca de llegar a finalizar su vida.

7.1.4 Tasa de fallos de la descremadora

$$\lambda = \frac{\text{numero de fallos}}{\text{duracion}}$$

$\lambda = 107 / 16,848 = 6.35$ fallos por los 9 años.

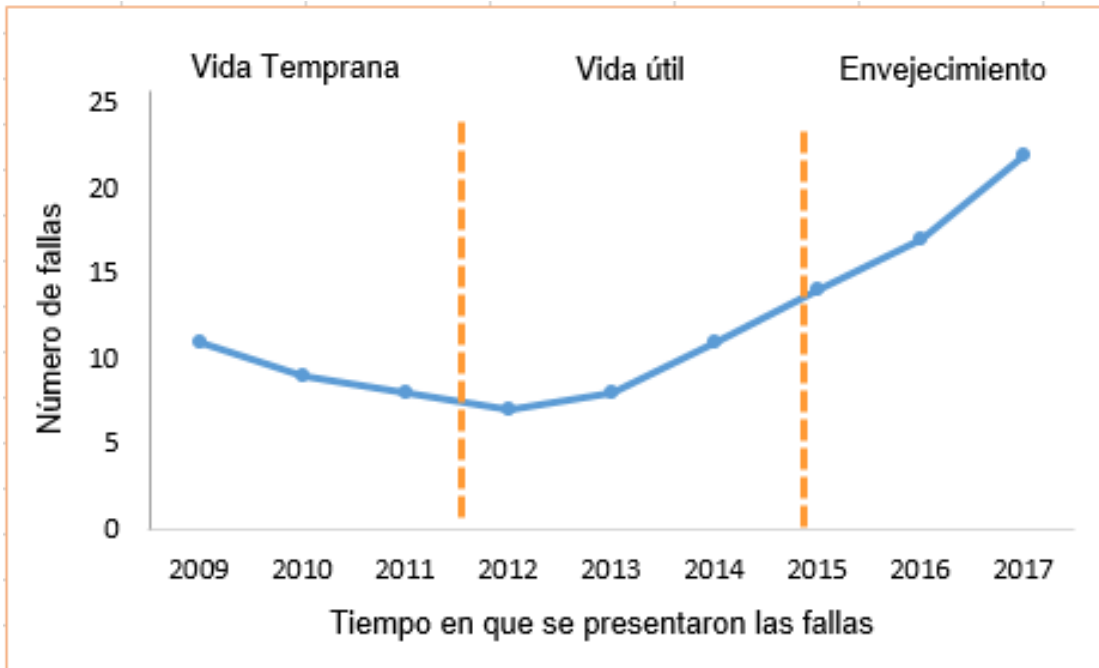
Podemos observar que la tasa de fallos tiende a 6.35 en los últimos 9 años este se ha mantenido casi constante, ya que la avería producida en su mayoría ocurre a causa de los procedimientos incorrectos y el desconocimiento de aplicación de un mantenimiento eficaz.

7.1.5 Tiempo medio entre fallos (MTTF)

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

MTTF = $1 / 6.3509$ fallos = 0.15 hr

0.15 h es el tiempo medio de respuesta ó el tiempo medio entre fallas.



7.2 Aplicación de curva de la bañera en pasteurizadora

7.2.1 La etapa de fallos iniciales

La pasteurizadora es una máquina que al inicio de instalarse en la empresa tuvo poca falla, pero si hubo complicaciones ya que le faltaba el manual de usuario de cómo poner en marcha la máquina.

7.2.2 Etapa de madurez

En esta etapa la maquina está cerca de finalizar su vida útil en esta etapa la maquina comienza a presentar fallas en el motor y fugas de gases que cauciona altos costo. En el cambio de repuestos. Las fallas fueron más pronunciables ya que la maquina ya cuenta un uso de 12 años de los 15 años de vida Útil.

Las maquina trabajan de 8:00 am hasta las 2:00pm dando un total de 6 horas diarias y los 6 días de la semana lo que quiere decir que hasta el momento la maquina tiene (22,464) horas trabajadas.

La máquina trabaja todos los 12 meses del año en 26 días al mes dando un total de días al año de 312 días.

Vida temprana		Vida útil		Envejecimiento	
Año	Fallas Presentadas	Año	Fallas Presentadas	Año	Fallas Presentadas
2006	6	2010	8	2015	22
2007	5	2011	10	2016	26
2008	6	2012	11	2017	31
2009	9	2013	13		
		2014	18		

Tabla 8: Datos de curva de la bañera.

La máquina trabaja 6 horas diaria

(312 días trabajados) x (6 horas al día) = 1,872 horas trabajadas en un año

X 12 años que lleva hasta el día de hoy = 22,464 horas trabajo.

7.2.3 Etapa de desgaste

En esta etapa la maquina ya está cerca de su etapa final y las frecuentes fallas ya son constantes.

7.2.4 Tasa de fallos de la pasteurizador

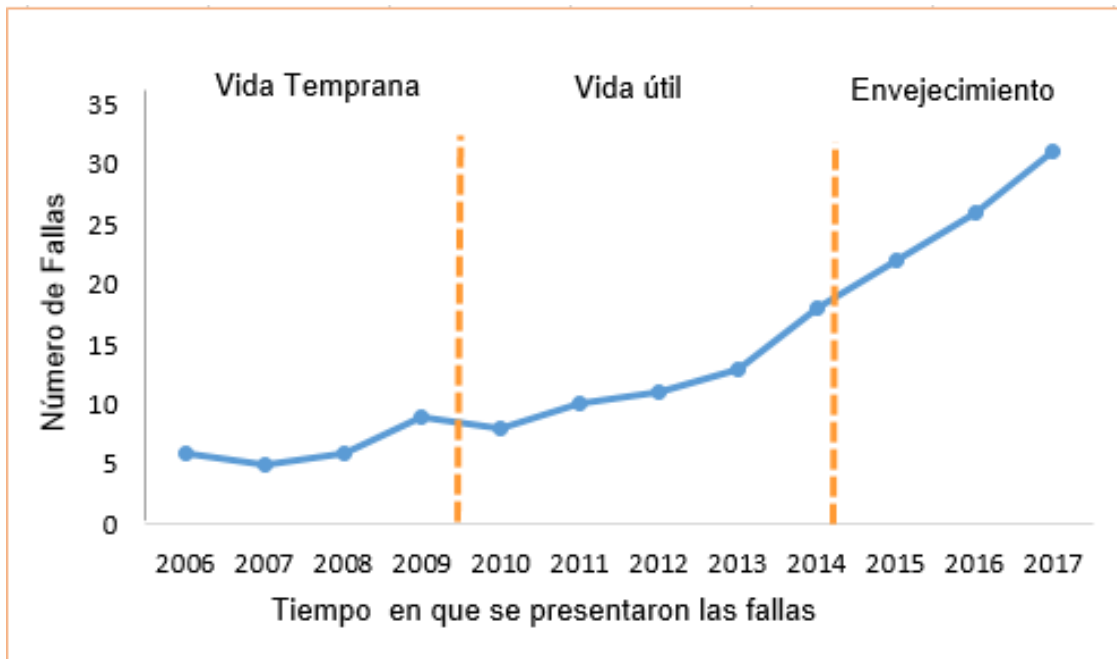
$$\lambda = \frac{\text{numero de fallos}}{\text{duracion}}$$

$\lambda = 165 / 22,464 = 7.345$ fallos en los 12 años

7.2.5 Tiempo medio entre fallos (MTTF)

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

$MTTF = 1 / 7.345 \text{ fallos} = 0.13 \text{ h}$



La grafica muestra el número de fallas que la máquina a generado y refleja que no posee la características de una curva bien definida, debido a que en la vida temprana ocurrieron pocas fallas, en la vida útil empezaron a aumentar y en la etapa de envejecimiento continúan aumentando las fallas, lo cual indica que la máquina está a punto de presentar un paro.

7.3 Aplicación de curva de la bañera en homogenizador

7.3.1 La etapa de fallos iniciales

En la etapa inicial la homogeneizadora está en perfecto estado y a un no ha presentado fallas, aunque solo pequeños de ajuste en la calibración del tonel.

7.3.2 Etapa de madurez

A comenzado a presentar fallas ya que la máquina tiene 6 año de uso y su vida útil es de 12años comenzado a deteriorarse. Al punto que se encuentra a la mitad de vida.

La máquina trabaja de 8:00 am hasta las 2:00pm dando un total de 6 horas diarias y los 6 días de la semana lo que quiere decir que hasta el momento la máquina tiene (11,232) horas trabajadas.

La máquina trabaja todos los 12 meses del año en 26 días al mes dando un total de días al año de 312 días.

La máquina trabaja 6 horas diaria.

Vida temprana		Vida Útil		Envejecimiento	
Año	Fallas Presentadas	Año	Fallas Presentadas	Año	Fallas Presentadas
2010	14	2013	9	2016	15
2011	12	2014	10	2017	19
2012	10	2015	11		

Tabla 9: Datos de curva de la bañera.

312 días trabajados) x (6 horas al día) = 1872 horas trabajadas en un año.

X 6 años que lleva hasta el día de hoy = 11,232horas trabajo.

7.3.3 Etapa de desgaste

Aún no ha llegado a la etapa de desgaste ya que la máquina está a la mitad de su vida útil.

7.3.4 Tasa de fallos del homogenizador

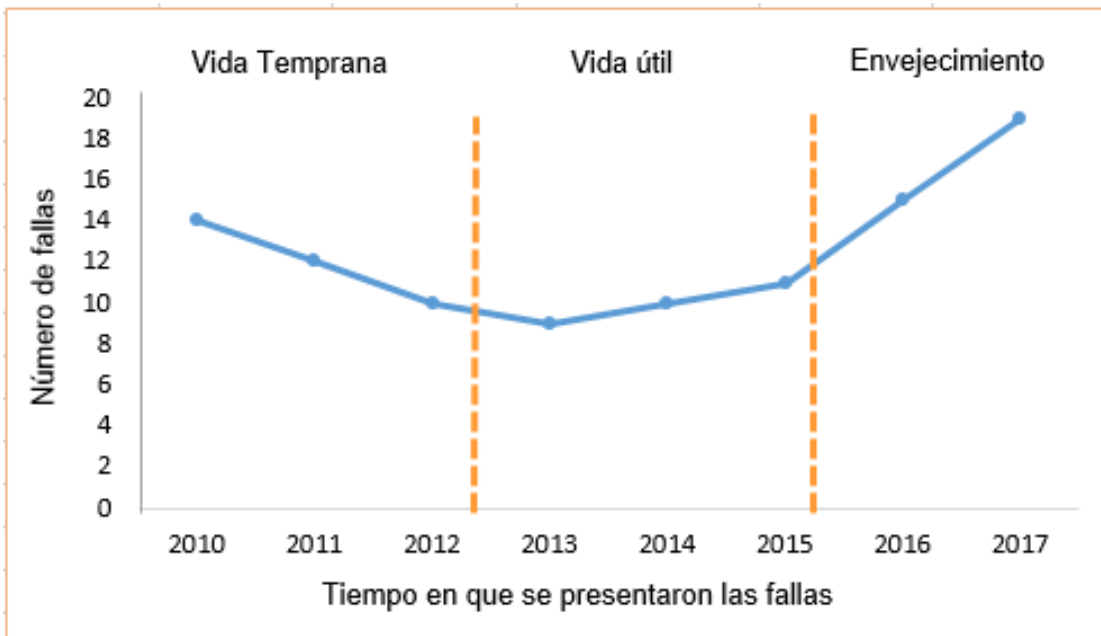
$$\lambda = \frac{\text{numero de fallos}}{\text{duracion}}$$

$\lambda = 87 / 11,232 = 7.7457$ fallos durante 6 años de los 12 años de vida útil.

7.3.5 Tiempo medio entre fallos (MTTF)

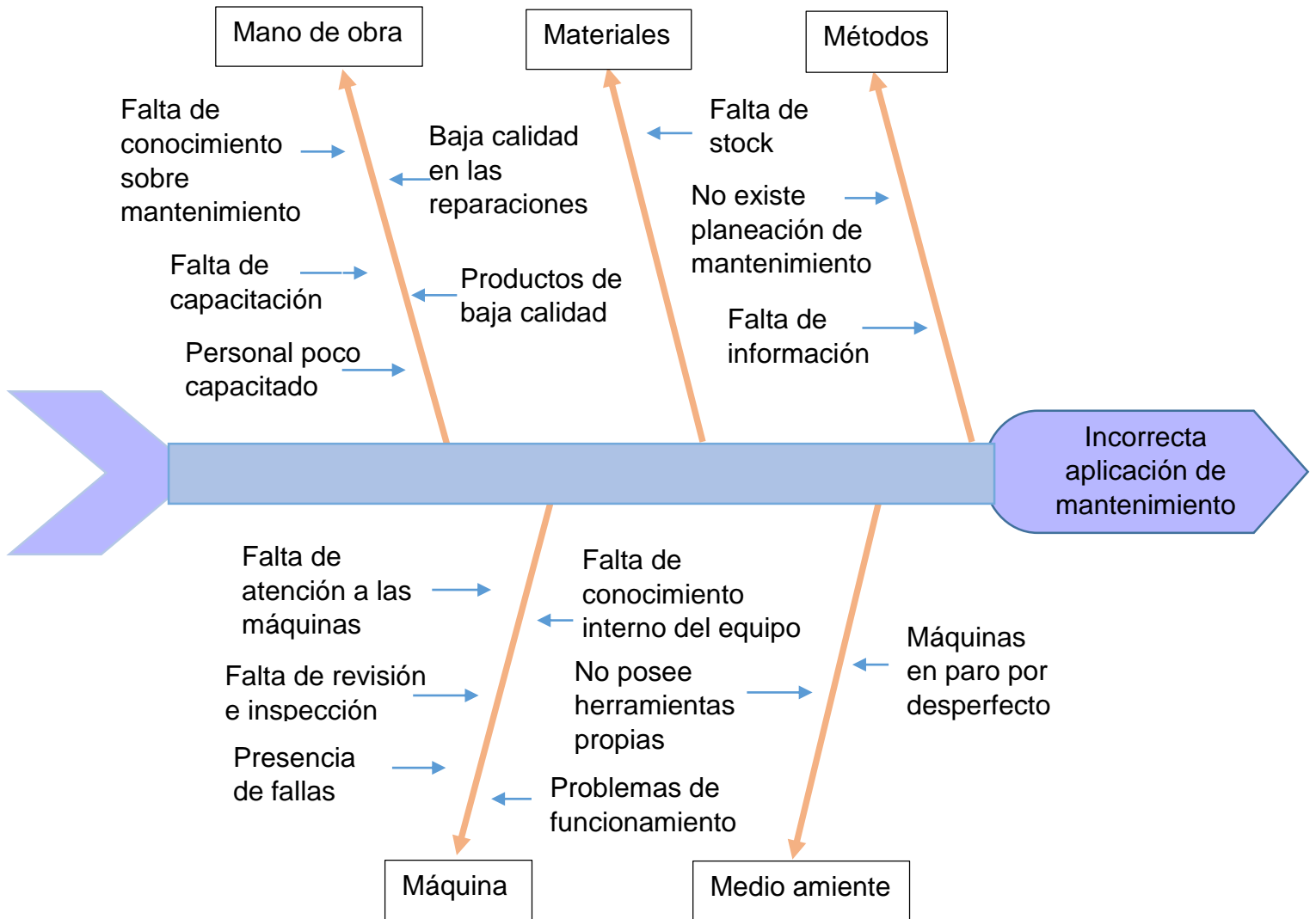
$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

MTTF = 1/ 7.7457 fallos = 0.12 h



La grafica muestra el número de fallas que la máquina a generado, también da a conocer el estado en que se encuentra la máquina. En este caso en la vida temprana de esta máquina ocurrieron varias fallas, debido a la inadecuada manipulación y a la falta de aplicación de mecanismos de preservación. Además en la vida útil empezaron a aumentar y en la etapa de envejecimiento continúan aumentando las fallas, lo cual indica que la máquina está a punto de presentar un paro, si no se realiza una intervención que prevenga estos problemas.

7.4 Diagrama de Ishikawa



7.4.1 Análisis del diagrama Ishikawa

Este diagrama de Ishikawa representa el problema y las causas del mismo, el cual está integrado por cabeza, columna vertebral, espinas, formando un pescado.

En él se muestra el problema que existe en la fábrica Belén con respecto al mantenimiento, el cual está ubicado en la cabeza, las categorías ubicadas al final de las espinas mayores, los cuales se establecen de acuerdo a los aspectos que influyen en el problema y las causas de este están ubicado en las espinas menores.

La estructura de este diagrama identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que está generando ese problema. Esto resulta útil al momento de tomar acciones, dado que se deberá actuar con precisión sobre el tema que se está estudiando.

Al momento de realizar las visitas a la empresa, logré observar e identificar los problemas existentes con respecto al tema de mantenimiento, como se describen a continuación:

Como refleja el grafico, en la categoría método hay problema debido a que no existe planeación de mantenimiento en esta empresa y no poseen información sobre el mismo.

En materiales, se confirmó que la empresa no posee un stock de materiales.

En mano de obra, se identificó que la persona contratada en esta empresa, no posee conocimientos sobre los tipos de mantenimiento que existen actualmente. También existe falta de capacitación a los empleados con respecto al tema de mantenimiento y personal poco capacitado para desempeñar las funciones que se requieren en mantenimiento.

En el medio ambiente en que se encuentran las máquinas, se pudo observar que no poseen herramientas propias para realizar un tipo de intervención y tienen máquinas en paro a cusa de desperfectos.

Con respecto a la maquinaria, la empresa presenta falta de atención hacia estas, no se realiza revisión, falta de conocimiento sobre estas máquinas.

7.5 Diagrama de Pareto

7.5.1 Diagrama de Pareto para máquina descremadora

Principales fallas de descremadora	N° d fallas	% Acumulado	%
Descarrilamiento de tambor	7	17.86	17.50
Desgaste de anillo de caucho	12	47.86	30.00
Mal ajuste de piezas externas	11	75.36	27.5
Desajuste de tornillo regulador	6	90.36	15
Desgaste de cojinete	4	100	10
Total	40		

Tabla 10: Diagrama de Pareto.



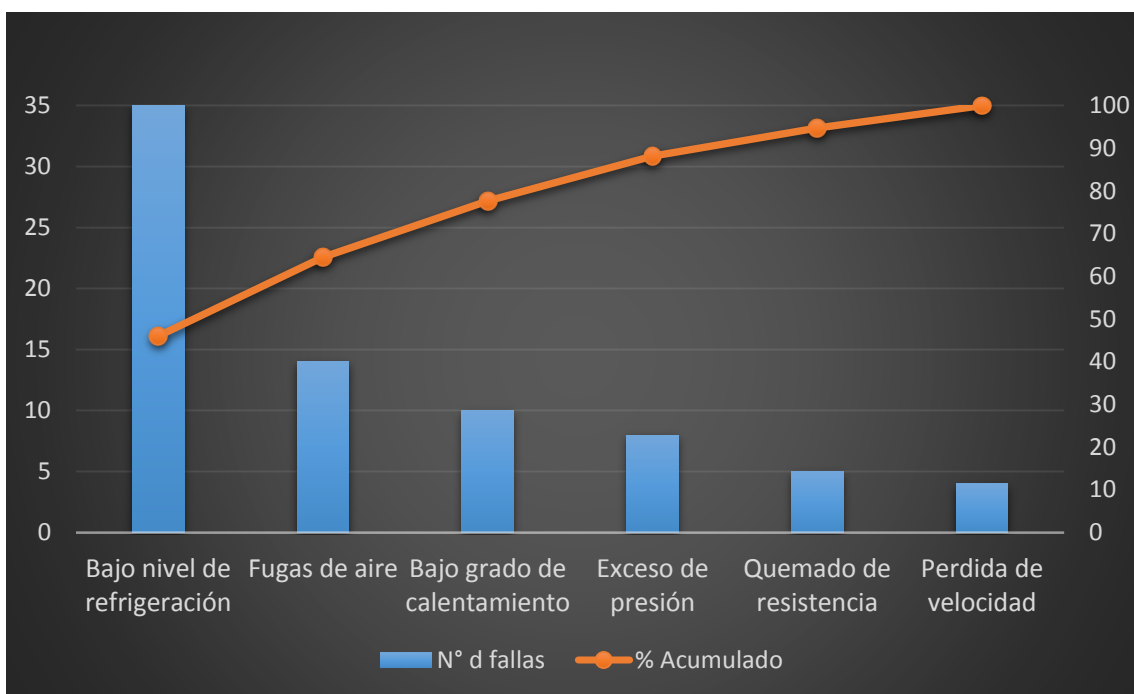
Análisis:

Esta gráfica muestra en el eje Y del lado izquierdo la frecuencia en que ocurren las fallas, mientras que el eje Y de la derecha es el porcentaje acumulado del número total de fallas y el eje X muestra los tipos de fallas que se han presentado en esta máquina.

7.5.2 Diagrama de Pareto para máquina pasteurizadora

Principales fallas	N° d fallas	% Acumulado	%
Bajo nivel de refrigeración	35	46.05263158	46.052632
Fugas de aire	14	64.47368421	18.421053
Bajo grado de calentamiento	10	77.63157895	13.157895
Exceso de presión	8	88.15789474	10.526316
Quemado de resistencia	5	94.73684211	6.5789474
Perdida de velocidad	4	100	5.2631579
Total	76		

Tabla 11: Diagrama de Pareto.



7.5.3 Diagrama de Pareto para máquina homogenizador

Principales fallas de Homogenizador	N° d fallas	% Acumulado	%
Exceso de presión	9	17.86	17.65
Fisuras en tuberías de leche	14	45.31	27.45
Desajuste en pistones	13	70.80	25.4901961
Mal bombeo de leche	7	84.52	13.7254902
Ruptura de la válvula	8	100	15.6862745
Total:	51		

Tabla 12: Diagrama de Pareto.



Análisis de los diagramas:

Los diagramas de Pareto se utilizaron para identificar las fallas que se produjeron con mayor frecuencia en las 3 máquinas productoras de helado y para detectar las causas más comunes de las fallas.

7.6 Diagrama de Gantt anual

Actividades del diagrama de Gantt



Días	Fechas	Procedencia
1	3 semana de enero	
3	1 semana de febrero	A
2	2 semana de febrero	A,B
3	4 semana de marzo	C
2	3 semana de abril	D
1	1 semana de mayo	E
2	3 semana de mayo	E,F
2	2 semana de junio	G
1	2 semana de julio	H
2	1 semana de agosto	I
3	3 semana de septiembre	J
1	1 semana de noviembre	K
4	3 semana de diciembre	J,K,L

Tabla 13: Datos de actividades.


Diagrama de Gantt anual para mantenimiento preventivo en la fábrica Belén													
Actividades	Fecha	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Realizar reunión con un especialista en mant.	3 semana de enero	■	■										
Capacitar y organizar al personal	1 semana de febrero		■										
Limpieza de las maquinas	2 semana de febrero		■										
Realización de mantenimiento preventivo	4 semana de marzo			■									
Compra de repuestos y materiales para stock	3 semana de abril				■								
Supervisión o revisión de máquinas	1 semana de mayo					■							
Formación de archivo técnico	3 semana de mayo					■	■						
Mantenimiento preventivo	2 semana de junio						■						
Limpieza general de las maquinas	1 semana de julio							■					
Revisión de seguridad Eléctrica	2 semana de julio							■					
Inventario	4 semana de julio							■	■				
Revisión de la corriente	1 semana de agosto									■			
registrar la fallas mas comunes	3 semana de agosto									■			
chequeo de la maquinas	4 semana de agosto									■			
Recolección de información de fallas frecuente	2 semana de septiembre										■		
Mantenimiento preventivo	3 semana de septiembre										■		
Registro del mantenimiento realizado	1 semana de noviembre											■	
Mantenimiento general	3 semana de diciembre												■

VIII. Formatos de mantenimiento preventivo


8.1 Ficha de instrucción

	Instrucción de Mantenimiento	Modelo:	
	Maquina: Descremadora	Serie:	
Tiempo	Operación de mantenimiento		Frecuencia
	Comprobación de picaduras, roces: Se comprueba que el rodamiento durante el funcionamiento normal desliza suavemente sin ruidos ni golpes.		Trimestral
	Comprobación de temperatura: Medir con un termómetro la temperatura externa de las máquinas.		Trimestral
	Lubricación:		


8.2 Formato de inspección de la máquina descremadora

	Ficha de inspección e instrucción		Código: Hom003	Serie:
	Maquina: Descremadora			
Frecuencia: Diaria semanal mensual trimestral semestral				
Limpieza				
<p>Precaución: Antes de limpiar la descremadora es necesario apagar el interruptor. No tirar el cable del enchufe al suelo.</p>				
Lubricación				
Inspecciones internas				
(Marque con una X , para identificar las características que se han revisado y con * las que no se han realizado)				
Partes	Características o funciones			Revisión
Base de tazón	Ajustar la tuerca que está en la base de tazón para evitar derrame o fugas de líquido, cambiar el empaque para evitar la mala descremación.			
Cono porta platos				
Platos				
Tambor	Revisar si está girando adecuadamente el tambor y este no debe estar muy apretado, revisar si existe deterioro del anillo de caucho.			
Cojinetes	Revisar la parte interior del cojinete para ver el estado de desgaste.			
Responsable:				Fecha:

8.3 ficha de inspección de máquina pasteurizadora

	Ficha de inspección e instrucción		Código: Hom003	Serie:
	Máquina: Pasteurizadora			
Frecuencia: Diaria semanal mensual trimestral semestral				
Limpieza				
<p>Precaución: En este proceso de limpieza, se deberá eliminar la suciedad de toda la superficie que está en contacto con el producto y esto debe ser repetido con frecuencia para asegurar un nivel microbiológico aceptable, también se debe asegurar que no queden contaminantes nocivos en la máquina, cuando se utiliza un tipo de líquido o desinfectante.</p>				
Lubricación				
Precaución:				
Inspecciones internas				
(Marque con una X , para identificar las características que se han revisado y con * las que no se han realizado)				
Partes	Características o funciones		Revisión	
Responsable:				Fecha:

8.4 ficha de inspección de máquina homogenizador

	Ficha de inspección e instrucción		Código: Hom003	Serie:
	Maquina: Homogenizador			
Frecuencia: Diaria semanal mensual trimestral semestral				
Limpieza				
Precaución:				
Lubricación				
Precaución:				
Inspecciones internas				
(Marque con una X , para identificar las características que se han revisado y con * las que no se han realizado)				
Partes	Características o funciones			Revisión
Válvula de alta compresión	Revisar que no existan fugas en el bombeo de los fluidos que va desde el bloque de compresión hasta la válvula homogeneizadora			
Válvula de baja presión homogeneizadora				
Válvula de bola	Si el fluido no está pasando adecuadamente, se debe revisar el obturador contenido en esta válvula.			
Empaques o juntas	Logra la estanquedad del motor, evita la fuga de fluidos y presión, proporciona el sellado de gases de combustión.			
Pistón o embolo	Verificar si está realizando la impulsión de líquido normalmente			
Responsable:				Fecha:

8.5 Formato de orden de trabajo


ORDEN DE TRABAJO

Solicitado por:		Fecha: Hora:		Tipo de solicitud Normal: Urgente:	
Máquina o equipo					
Parte	Anomalía	Causa	Posible solución	Área que aprueba la orden:	
				Genera Orden de trabajo De Mantenimiento. Si: No:	
Solicitada por:		Revisada por:		Autorizada por:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	
Orden de trabajo asignado por:		Orden de trabajo asignado a:		Orden de trabajo de MTO No.	
No.				Tipo de orden de trabajo	
				Normal. Urgente.	
				Tipo de mantenimiento	
				Correctivo: Preventivo:	
				Técnico: Especifique:	
MATERIALES, RESPUESTO O HERRAMIENTAS REQUERIDOS					
No.	Cantidad	Referencia	Fecha de inicio	Valor unitario	Valor total
			Hora:		
			Fecha final		
			Hora:		
			Costo		
Recibido y aprobado por:			Mano de obra		
Firma:			Materiales		
Fecha:			Total:		

8.6 Formato para pruebas de electricidad

Prueba de seguridad eléctrica general							
No	Mediciones	Norma	Unidad de medida	Feb	May	Ag	Nov
1	Tensión de red	110±10%	Voltios				
2	Potencia		VA				
3	Corriente de fuga a tierra	≤ 500	μA				
3.1	línea de alimentación abierta	≤ 1000	μA				
4	Corriente de fuga	≤ 100	μA				
4.1	línea de alimentación abierta	≤ 500	μA				
4.2	línea de tierra abierta	≤ 500	μA				
5	Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra	≥ 2	MΩ				
6	Resistencia de tierra	≤ 0.2	Ω				

8.7 Formato para stock de repuestos y herramientas

		Stock mínimo de repuestos y herramientas	
		Fábrica de helados Belén	
Repuestos		Herramientas	
Mecánica		Mecánica	
N°		N°	
1		1	Set de llaves
2		2	Destornillador de pala
3		3	Alicate
4		4	Llave universal
5		5	Pinza
Refrigeración		Refrigeración	
N°	Refrigerante R404A.	N°	
1	Válvula	1	Bomba homogeneizadora
2	Nitrógeno (refrigerante)	2	Pinza
3		3	
4		4	
5		5	
Electricidad		Electricidad	
N°		N°	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
Lubricación		Lubricación	
N°	Grasa	N°	
1	Aceite	1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
Elaborado por:		Autorizado por:	

8.8 Formato de solicitud de repuestos para mantenimiento

	Solicitud de repuestos			
	Mantenimiento preventivo			
Fecha:	Solicitud n°:	Prioridad:	Selección:	
Equipo:	Modelo:	Serie:	Cód. Máquina:	
Item	Descripción de los repuestos	Unidad	Cantidad	Marca
Observaciones:				
Firma del solicitante				

8.9 Informe de mantenimiento preventivo para cada máquina

Informe de mantenimiento preventivo realizado			
Máquina:		Modelo:	Serie:
Fecha		Tiempo de ejecución:	Responsable
Inicio	Fin		
Descripción del trabajo:			
Firma:			

8.10 Tabla de registro de costos de mantenimientos anuales

		Índice de costo de mantenimiento anual										Periodo:		
Item	Actividades de costos de mantenimiento	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Totales

IX. Frecuencia e instrucción de mantenimiento de maquinas

9.1 Frecuencia de mantenimiento

Frecuencia de mantenimiento de descremadora	
Actividad	Duración
Desarmar la tina o tolva contenedora de leche	20 minutos
Desarmar las piezas externas	35 minutos
Verificar el adecuado giramiento del tambor y evitar roces con el receptor de leche	5 minutos
Cambiar el anillo de caucho del tambor	3 minutos
Cambiar el empaque desgastado de la base de tazón	3 minutos
Desmontar y limpiar platillos	10 minutos
Ajuste de tuerca del base de tazón y regular el tornillo del espesor de crema	2 minutos
Aplicar engrasante en tubo de la turbina	
Lavar la tolva con agua caliente	5 minutos

Tabla 14: Frecuencia de mantenimiento de descremadora.

Frecuencia de mantenimiento de Homogenizador	
Actividad	Duración
Desmontar cubierta exterior del homogenizador	40 minutos
Revisión del estado de tubería de circulación de leche	8 minutos
Revisión de estanqueidad de válvulas	20 minutos
Reajuste de piezas flojas	30 minutos
Comprobar operatividad de válvula de presión	10 minutos
Revisión de humedad en juntas	5 minutos
Revisión de válvulas y comprobar su hermeticidad	20 minutos
Comprobar la existencias de picaduras, fisuras en tuberías	20 minutos
Revisar las resistencias	
Limpieza de filtros de las bombas	15 minutos
Revisión de nivel de refrigerante	10 minutos
Revisar funcionamiento del ventilador	
Verificar la existencia de fugas de líquidos en el bloque de compresión o en válvula homogenizadora	15 minutos
Revisar el tornillo de ajuste de presión	3 minutos

Tabla 15: Frecuencia de mantenimiento de Homogenizador.

Frecuencia de mantenimiento de Pasteurizadora	
Actividades	Duración
Verificar temperatura normal de funcionamiento	
Desarmar piezas externas (cubierta metálica)	40 minutos
Comprobar la operatividad del termostato	20 minutos
Revisión de la potencia del ventilador	5 minutos
Verificar la intensidad de corriente del motor y lubricarlo	20 minutos
Revisar la existencia de fugas de líquido en el bloque compresor	20 minutos
Revisar la giración del cigüeñal	10 minutos
Verificar la periodicidad del movimiento de los pistones	10 minutos

Tabla 16: Frecuencia de mantenimiento de pasteurizadora.

9.2 Instrucciones de mantenimiento

Las instrucciones de mantenimiento muestran los procedimientos que se le realizan a las máquinas con el fin de guiar y poner en práctica para ayudar a preservar las máquinas, prolongar su funcionalidad.

Con la práctica de estas, se obtienen beneficios como: disminución de fallas, mayor calidad en los productos, mayor aprovechamiento de vida de las máquinas. Además estas instrucciones contienen un tiempo para su realización, para distribuir y aprovechar el tiempo. Dentro de estas se realizan primeramente las inspecciones.

9.2.1 Instrucciones de mantenimiento de descremadora

9.2.1.1 Instrucciones de limpieza

- Limpieza de partes exteriores
- Limpieza partes a engrasar y aberturas u orificios
- Limpiar el motor con un trapo la parte externa y los orificios con cepillo
- Lavar los discos, corona.
- Limpiar el tambor, cono de ajuste, platos, bol y tolva con trapo limpio
- Limpiar los cojinetes y evitar que entre agua.

9.2.1.2 Engrase o lubricación

Es recomendable que antes de la lubricación de piezas se realice limpieza

- Engrasar las roscas de la parte inferior del tambor y del anillo de cierre del tambor
- Engrase de ejes, cojinetes y tapón de lubricación en descremadora
- Controlar el nivel de aceite que se suministra
- Cambiar aceite
- Utilizar aceite con viscosidad de cSt 10/20°
- Aplicar aceite de enjuague con viscosidad de EC 22/50° para la limpieza

9.2.1.3 Cambio de piezas

- Cambiar tornillo de cono de ajuste cuando esté con sarro

9.2.1.4 Inspecciones a realizar en la descremadora

- La frecuencia de la rotación del tambor debe ser de 10500 +/-1000 RPM.
- No sobre pasar la capacidad del receptor de leche.
- La potencia wattios no debe ser menos de 60 W.
- La tensión de la alimentación es de V 220 +/-10 % en voltios.
- Tiempo del trabajo ininterrumpido de la descremadora no debe ser más de 60 minutos.
- Revisar el orden de la numeración de los discos, al armar todas las piezas.
- Verificar que la muesca coincida con la punta del cono porta platos
- Revisar que la turbina esté colocada fijamente en el cono porta platos.
- Mantener la máquina en un lugar seco a una temperatura no menos de 5 °C

9.2.2 Instrucciones de mantenimiento de pasteurizadora

9.2.2.1 Criterios para preservar el pasteurizador

a) Para el lavado se necesita conectar la manguera de agua fría, si el modelo enfría la leche, pero también se necesita agua caliente para el lavado del equipo.

b) Para el buen funcionamiento eléctrico de esta máquina requiere un voltaje requerido es de 240 v/ca y un interruptor de circuito de 30 o 50 amperios para ser usado como circuito de protección.

c) Ubicar la máquina en un lugar bajo techo que esté protegido del medio ambiente.

9.2.2.2 Limpieza

- Enjuagar con agua la tina contenedora de leche, hasta que salga clara el agua.
- Realizar lavado alcalino en una solución de ALKA CLOR, suministrando en agua caliente a 82 °C durante 10 minutos. Luego enjuagar con agua normal hasta obtener un pH de 7 a 7.5 al retorno 10 minutos.

9.2.2.3 Recomendación para cambio de líquido refrigerante

El refrigerante se debe cambiar cada 6 meses. Este cambio se debe realizar cuando existen fugas de este líquido, el cual emite esta señal en forma de colorantes.

9.2.2.4 Revisiones a realizar en la pasteurizadora

- Verificar periódicamente el funcionamiento de los dispositivos de seguridad como son: centralita, válvula de seguridad, válvulas cierre, sondas.
- La temperatura de circuito primario debe estar en 90 °C
- Controlar la velocidad de la bomba centrífuga, haciéndolo con variación de frecuencia.
- El control de caudal de la bomba de impulsión, se debe realizar con caudalímetro y variador de frecuencia.
- Para hacer la regulación del agua fría, se debe realizar con una válvula de control de 3 vías, una sonda de temperatura PT100 y un regulador de temperatura.

9.2.3 Instrucciones de mantenimiento de homogenizador

9.2.3.1 Lubricación

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

9.2.3.2 Limpieza

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

9.2.3.3 Inspecciones a realizar en homogenizador

- 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 homogenizadora puede trabajar desde 1 a 100 MPa.
- El suministro eléctrico de esta máquina es de 380 V

9.2.3.4 Cambio de piezas

- Cambiar empaques de pistones de material fluorescente
- Ajustar pistones

X. 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.

10.1 Ejercicio de mantenimiento

Realizar el presupuesto de mantenimiento preventivo para el año 2018, conociendo como cierre el 31 de enero de 2017, de acuerdo a 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

	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 FIJO 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 FIJO 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 FIJOS 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 FIJOS 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.

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.

10.2 Costo de 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 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
Pinza 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

Tabla 17. Presupuesto de Material para Mantenimiento.

Mano de obra directa de mantenimiento				
Descripción	Unidad de medida	Cantidad (H-H trabajadas en total)	Precio unit. de mantenimiento	Precio Total
Técnico de mantenimiento	Horas	32	C\$ 218.75	C\$ 7,000.00

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.

XI. 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 periodicidad 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.

XII.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.

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 esta fábrica.

XIII. Bibliografía

- Alvarez, J. (6 de Marzo de 2012). Fiabilidad de los equipos: Curva de la bañera. Madrid.
- Botero, A. (2008). *Mantenimiento preventivo*. Venezuela: desconocida.
- Caseres, J. (2002). *La investigación Cuantitativa*. Obtenido de www.academia.edu/
- Castela, F. (2016). Curva de la bañera. En *Mantenimiento industrial* (pág. 90). Chile.
- Cogollo , F., & Milanés, J. (2006). En *Plan de mantenimiento preventivo para los talleres de máquinas* (págs. 27-28). Cartagena de Indias.
- Freddy, C. H. (2006). En C. H. Freddy, *Plan de mantenimiento preventivo para los talleres de máquinas* (págs. 27- 28). Cartagena de Indias.
- Gallardo, E. (Junio de 2011). *Fundamentos Administración*. Chile
- García Garrido, S. (2009). *Formas de elaborar un plan de mantenimiento*. Obtenido de <https://www.elplandemantenimiento.com/index.php/protocolos-de-mantenimiento>
- Hernández, J. S. (2005). *Mantenimiento de equipos*. Hidalgo, MÉXICO.
- Manzanares, A. (2011). funcionamiento y mantenimiento. En *funcionamiento y mantenimiento* (pág. 120).
- Ramirez, J. B. (2013). Analisis de fiabilidad de Equipos. Buenos Aires, Argentina:
- Sampier, R. (1991). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Valiente, M. (Septiembre de 2017). (L. Castellón, Entrevistador)
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 12.
- Vera, L. (2008). Obtenido de La investigación cualitativa: www.ponce.inter.edu/
- Verzini. (2010). La productividad en el mantenimiento industrial. En *La productividad en el mantenimiento industrial* (pág. 250). Guatemala.

