

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MEJORA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA
AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE CHANTILLY DE UNA FÁBRICA DE INSUMOS
DE PASTELERÍA EN EL AÑO 2020**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADA POR:

Bach. FLORES OSORIO, DANIEL BILLY

Bach. GUERRA LLANCO, CEDRIC FERNANDO

Asesor: MG. ING. FALCÓN TUESTA, JOSÉ ABRAHAM

**LIMA – PERÚ
2020**

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y mis docentes que, por sus enseñanzas, y apoyo incondicional hicieron posible el desarrollo de esta tesis.

Daniel Billy Flores Osorio

Dedico esta tesis a mis padres que han sido mi apoyo durante toda mi etapa de formación.

A mis maestros que me dieron las herramientas para mi desarrollo profesional.

Cedric Fernando Guerra Llanco

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios quien nos bendice y lleva de la mano hacia un camino de bien tanto profesionalmente como espiritualmente; a nuestra Universidad Ricardo Palma que nos brindó todas las herramientas que nos sirven hoy en día para enfrentar los retos como profesional de Ingeniería Industrial, también agradecemos a la empresa que nos abrió sus puertas para brindarnos la oportunidad de poder realizar este trabajo en sus instalaciones y ponerlo en poder ejecutarlo. A nuestras familias que también se ven involucradas mediante el apoyo continuo para poder ser mejores cada día, además un agradecimiento especial a nuestro asesor Mg. Falcón Tuesta José Abraham; por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de nuestra tesis a fin de obtener un trabajo de excelencia que nos identifique como alumnos de nuestra casa de estudios.

Flores Osorio, Daniel Billy

Guerra Llanco, Cedric Fernando

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Formulación y Delimitación del Problema	2
1.1.1. Problema General:	3
1.1.2. Problema Específico:	3
1.2. Importancia y Justificación del estudio	3
1.2.1. Importancia	3
1.2.2. Justificación	3
1.3. Limitaciones del Estudio	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. General.....	5
1.4.2. Específicos	5
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	6
2.1. Marco Histórico	6
2.2. Investigaciones Relacionadas con el Tema.....	7
2.2.1. Investigaciones Relacionadas Internacionales	7
2.2.2. Investigaciones Relacionadas Nacionales.....	10
2.3. Estructura Teórica y Científica que Sustenta el Estudio	11
2.3.1. Mantenimiento	11
2.3.2. Gestión de Mantenimiento	13
2.3.3. Capacidad Total	15
2.3.4. Confiabilidad Operacional	15
2.3.5. Indicadores de productividad.....	16
2.3.6. Indicadores de mantenimiento	17
2.3.7. Principio de Pareto.....	19
2.3.8. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	20
2.4. Definición de Términos Básicos	21
CAPITULO III: HIPÓTESIS	23
3.1. General	23
3.2. Específicos	23
3.2.1. Aumentar la Confiabilidad.....	23

3.2.2. Aumentar la Mantenibilidad	23
3.3. Operacionalización de Variables	23
CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO	25
4.1. Tipo y Método de la Investigación	25
4.1.1. Tipo.....	25
4.1.2. Método	25
4.1.3. Enfoque.....	25
4.2. Diseño muestral y población.....	26
4.2.1. Población de estudio	26
4.2.2. Diseño muestral	26
4.3. Relación entre Variables	28
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos	28
4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos	30
4.5. Procedimiento para la Recolección de datos	30
4.5.1. Diagrama de Ishikawa.....	31
4.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	31
CAPITULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA	
INVESTIGACION	32
5.1. Presentación de resultados.....	32
5.1.1. Descripción de la realidad.....	32
5.1.2. Descripción del proceso del área de cremas	34
5.1.3. Análisis de la realidad.....	36
5.1.4. Propuesta de solución	43
5.1.5. Validación de Programa de Mantenimiento.....	79
5.1.6. Evaluación Económica Financiera.....	83
5.2. Prueba de hipótesis	87
5.2.1. Prueba de Hipótesis.....	87
5.2.2. Contrastación de Hipótesis	88
5.3. Análisis de resultado.....	89
5.3.1. Corroboración de Hipótesis General.....	90
5.3.2. Corroboración de Hipótesis Especifica 1	90
5.3.3. Corroboración de Hipótesis Especifica 2.....	90
Bibliografía.....	93

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tabla de operacionalización de variables.....	24
Tabla N° 2: Técnicas de investigación para la recolección de datos.....	30
Tabla N° 3: Disponibilidad de la línea de producción de chantilly del año 2019.....	36
Tabla N° 4: Descripción de las causas	41
Tabla N° 5: Resultado de las encuestas para la determinación de la causa raíz.....	42
Tabla N° 6: Ventas perdidas para la línea de chantilly en el año 2019.....	44
Tabla N° 7: Ficha técnica de embolsadora de crema	46
Tabla N° 8: Ficha técnica de bomba centrífuga	46
Tabla N° 10: Ficha técnica de compresor	47
Tabla N° 9: Ficha técnica de homogeneizador	47
Tabla N° 11: Tabla de tipos de mantenimiento según el nivel de criticidad.....	48
Tabla N° 12: Tabla de Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)	58
Tabla N° 13: Suministros.....	60
Tabla N° 14: Plan de Mantenimiento para el área de producción de chantilly.	61
Tabla N° 15: Niveles de aceptación.....	63
Tabla N° 16: Análisis del número de prioridad de riesgo.	63
Tabla N° 17: Programa de Mantenimiento	76
Tabla N° 18: Registro de Mantenimiento	81
Tabla N° 19: Determinación de tiempo de parada de la propuesta de mejora.	83
Tabla N° 20: Ingresos de la propuesta de mejora.	84
Tabla N° 21: Costeo de la ejecución del plan de mantenimiento.....	85
Tabla N° 22: Costeo por Capacitación del Personal	87
Tabla N° 23: Costeo para el abastecimiento de Repuestos y Suministros	89
Tabla N° 24: Flujo económico del proyecto	92
Tabla N° 25: Flujo económico del proyecto	87
Tabla N° 26: Indicadores del año 2019.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Gestión de Mantenimiento.....	14
Figura N° 2: Plano de localización y ubicación.....	33
Figura N° 3: Logo de la Empresa Corporación Excellent S.A.C.	33
Figura N° 4: Proceso productivo de la línea de chantilly.	34
Figura N° 5:Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)	35
Figura N° 6: Diagrama de Barras de disponibilidad mensual del año.....	37
Figura N° 7: Diagrama de Pareto para el tiempo de paradas.....	38
Figura N° 8: Diagrama de Ishikawa para el análisis de la baja disponibilidad.	41
Figura N° 9: Diagrama de Pareto para el análisis de causa raíz.	42
Figura N° 10: Formación de equipo de trabajo.....	45
Figura N° 11: Resultados del número de prioridades de riesgos.....	64
Figura N° 12: Procedimiento de Mantenimiento	65
Figura N° 13: Manual de limpieza para el bloque del homogeneizador.	66
Figura N° 14: Manual de cambio de sello mecánico de bomba.	67
Figura N° 15: Manual de mantenimiento de la embolsadora.	68
Figura N° 16: Manual para la carga de refrigerante.	69
Figura N° 17: Flujo de procedimiento de mantenimiento por falla de equipo	71
Figura N° 18: Formato de solicitud de requerimiento de mantenimiento.	72
Figura N° 19: Formato de orden de trabajo	73
Figura N° 20: Formato de parte de intervención	74
Figura N° 21: Formato para el registro de mantenimientos.....	75
Figura N° 22: Mantenimiento de la línea de Chantilly.	79
Figura N° 23: Mantenimiento de la línea de Chantilly.....	80
Figura N° 24: Grafico de la reducción de ventas perdidas	85
Figura N° 25: Grafico de análisis del valor actual neto (VAN).....	90
Figura N° 26: Grafico de Horas Paradas vs Disponibilidad	88

ANEXOS

Anexo N° 1 : Línea de Producción de Chantilly	95
Anexo N° 2: Registro de Parada de Maquina	95
Anexo N° 3 :Resultado de encuesta.....	96
Anexo N° 4 :Leyenda Ocurrencia AMEF.....	96
Anexo N° 5 :Leyenda Deteccion AMEF	97
Anexo N° 6 :Leyenda Severidad AMEF	97
Anexo N° 7 :Leyenda Ocurrencia NPR	98
Anexo N° 8 :Leyenda Gravedad NPR	98
Anexo N° 9: Solicitud de Requerimiento	99
Anexo N° 10: Orden de trabajo	100
Anexo N° 11 : Parte de Intervención	101
Anexo N° 12 :Validación del jefe de Producción.....	102
Anexo N° 13 :Validación del Gerente General	103
Anexo N° 14:Validación del responsable de mantenimiento	104
Anexo N° 15 :Carta de Autorización	105

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo cuantificar la disponibilidad al mejorar la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly de una empresa que produce insumos para la industria de la pastelería.

La empresa Excellent S.A.C. cuenta con la línea de producción de chantilly como uno de sus productos principales, para ello toma en cuenta la importancia que tiene la línea, en ello busca mejorar su gestión, ya que actualmente encuentra a sus equipos con fallas imprevistas que dificultan un proceso normal para la producción de chantilly.

Por lo tanto, bajo las premisas anteriores, se definió la siguiente hipótesis, si se mejora la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly, entonces se aumentará la disponibilidad en la línea, que conlleva a un incremento en los índices de confiabilidad y mantenibilidad, de los equipos de la línea.

Para ello, se realizó el diagnóstico de los factores de la baja confiabilidad y mantenibilidad de las máquinas de la línea de Chantilly, encontrándose que el sistema de gestión de mantenimiento no cuenta con un programa de mantenimiento ni un plan de mantenimiento. Por lo tanto, se propone la implementación de una metodología de Mantenimiento basado en la disponibilidad mediante el análisis de modo y efecto de falla que permita identificar los problemas antes de que ocurran y que puedan afectar a los procesos.

Con el Mantenimiento basado en la disponibilidad encontramos una disponibilidad actual del 96.85% , la cual se ve reflejada en las paradas imprevistas, con aplicación del AMEF se determinó los equipos críticos de la línea de producción y en ellos se trabajó un estricto programa de mantenimiento para poder mejorar la disponibilidad de la línea de producción de chantilly, proponiendo posterior a un análisis la meta del 99.09% de disponibilidad de la línea, este aumento proporciona un ahorro del S/484,759.98 soles, que resulta de disminuir las ventas perdidas, originadas por horas dejadas de producir por la no disponibilidad de las máquinas de la línea de chantilly.

Palabras Claves: Planificación, mantenimiento, disponibilidad, fiabilidad

ABSTRACT

The present work aims to quantify availability by improving maintenance management in a chantilly production line of a company that produces supplies for the pastry industry.

The company Excellent S.A.C. has the Chantilly production line as one of its main products, for this it takes into account the importance of the line, in this it seeks to improve its management, since it currently finds its equipment with unforeseen failures that hinder a normal process for the production of chantilly.

Therefore, under the previous premises, the following hypothesis was defined, if maintenance management is improved in a Chantilly production line, then the availability in the line will increase, which leads to an increase in the reliability indexes and maintainability of the line equipment.

To this end, a diagnosis of the factors of low reliability and maintainability of the machines in the Chantilly line was carried out, finding that the maintenance management system does not have a maintenance program or a maintenance plan. Therefore, it is proposed to implement a Maintenance methodology based on availability through the failure mode and effect analysis that allows identifying problems before they occur and that may affect processes.

With Maintenance based on availability, we found a current availability of 96.85%, which is reflected in unforeseen stops, with the application of the FMEA, the critical equipment of the production line was determined and a strict maintenance program was worked on for them. be able to improve the availability of the Chantilly production line, proposing after an analysis the goal of 99.09% availability of the line, this increase provides a saving of S / 484,759.98 soles, which results from reducing lost sales, originated by hours ceased to produce due to the unavailability of the chantilly line machines.

Keywords: Planning, maintenance, availability, reliability

INTRODUCCIÓN

Para la actualidad, en el ámbito del Mantenimiento en empresas Mypes en el Perú ha cobrado gran relevancia, al significar el cumplimiento de planificaciones en producción repercutiendo en la eficacia de sus demandas.

Corporación Excellent S.A.C. ubicada en el distrito de Chorrillos - Lima, es una empresa del rubro de fabricación de insumos para la industria de la pastelería fina, que en los últimos años ha generado una cartera de clientes que requieren sus productos de manera constante para la fabricación de sus productos, actualmente el producto que genera mayores ingresos y tiene buena acogida por la mayoría de pastelerías a nivel nacional en el Perú, es el Chantilly, que si bien es una premezcla para poder prepararlo, ahorra mucho tiempo en su producción por cliente y sin dejar de lado la calidad y sabor del producto que son parte muy esencial de la marca Mass cream.

La empresa actualmente viene desarrollándose en producción normal, pero las maquinarias que tienen son mantenidas mediante mantenimiento netamente correctivo en su mayoría. Por lo que muestra una mala gestión por parte del Área de Mantenimiento, que, si bien son expertos en las maquinarias, no tiene definido un programa a seguir para evitar las paradas de máquina que generan retraso en la producción de chantilly.

Como objetivos de nuestra propuesta es cuantificar la fiabilidad de la línea de producción de chantilly para evaluar la situación actual y definir cuán confiable son las máquinas de esta línea para poder cumplir con los planes de producción, y así aplicar mejoras dentro de esta que permita aumentar este indicador.

Dentro de nuestra investigación pretendemos mejorar la gestión de mantenimiento actual, estableciendo un plan y un programa de mantenimiento óptimo para brindar una mejor disponibilidad a esta línea de producción de la mano de la confiabilidad y la mantenibilidad de la maquinaria que no interrumpa con la producción planificada, evitando paradas que ocasionan retrasos para esta línea de producción de chantilly.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El mantenimiento actualmente es esencial en toda empresa, y una correcta gestión asegura el buen funcionamiento y la confiabilidad de los equipos que participan en el sistema de producción con respecto a las ganancias de la organización.

Por tal motivo la empresa es el objeto de estudio para la realización del presente trabajo de investigación se ve en la necesidad de mejorar su gestión de mantenimiento que les permita conservar sus equipos, herramientas e instalaciones en las mejores condiciones de funcionamiento para mantener su competitividad a nivel nacional.

La empresa se dedica a la producción de insumos para industria de la pastelería, siendo líder en el mercado peruano en la fabricación Crema Vegetal Tipo Chantilly, el cual representa cerca del 60 % de la producción total anual.

Durante el tiempo la empresa ha ido creciendo y fortaleciendo sus otras líneas de producto, pero eso mismo no ha pasado con el área de mantenimiento, que ha descuidado la mantenibilidad de las máquinas del producto estrella. Esto ha generado paradas de máquinas no programadas el cual conlleva a los sobretiempos en los operarios de producción ya que existen semanas donde se llega a producir hasta tres turnos por cumplir con los pedidos, inclusive ventas perdidas ya que no se ha llegado a cumplir con el programa de producción por falta de tiempo y también costes innecesarios en cuanto a mano de obra parada, consumo de energía y desperdicios de materia prima.

En consecuencia, es necesario asegurar la fiabilidad de los equipos para cumplir con los planes de producción de la línea de chantilly, ya que generará un gran impacto al representar el mayor porcentaje de los ingresos de la organización, fortaleciendo nuestra imagen con los clientes al cumplir con las entregas en los tiempos fijados.

1.1.1. Problema General:

¿En qué medida la mejora de la gestión de mantenimiento permite aumentar la disponibilidad en una línea de producción de chantilly de una fábrica de insumos de pastelería en el año 2020?

1.1.2. Problema Específico:

¿En qué medida la mejora de la gestión de mantenimiento permite aumentar la confiabilidad de las máquinas en una línea de producción de chantilly de una fábrica de insumos de pastelería en el año 2020?

¿En qué medida la mejora de la gestión de mantenimiento permite aumentar la mantenibilidad de las máquinas en una línea de producción de chantilly de una fábrica de insumos de pastelería en el año 2020?

1.2. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.2.1. Importancia

“Toda investigación está orientada a la resolución de problemas; por consiguiente, es necesario justificar, o mostrar, los motivos que merecen la investigación. Asimismo, se debe determinar su cubrimiento o dimensión para conocer su viabilidad”. (Bernal Torres, 2010, p.106). Además, debemos mostrar mediante la justificación que el estudio es necesario e importante, indicando el motivo de la investigación exponiendo razones.

En la presente investigación, es importante porque propone la forma de aumentar la fiabilidad de las máquinas de línea de producción de chantilly de una empresa alimentaria, esto permitirá cumplir con los planes de producción de la empresa.

1.2.2. Justificación

a) Justificación Práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.” (Bernal Torres, 2010, p.106).

El presente proyecto de investigación tiene una justificación práctica, porque la empresa de alimentos busca mantener su liderazgo y su competitividad a nivel nacional especialmente en la producción de crema

vegetal tipo chantilly cumpliendo satisfactoriamente con los requerimientos de los clientes.

Dado los objetivos de la empresa descrita líneas arriba, se requiere aumentar la fiabilidad de las máquinas basados en una correcta gestión del mantenimiento de la línea de producción de chantilly, para que se puedan cumplir los planes de producción sobre la base de la disponibilidad de las máquinas.

En consecuencia, con esta investigación buscamos proponer mejoras a la gestión de mantenimiento de las máquinas en la línea de crema vegetal tipo chantilly, para incrementar la productividad.

b) Justificación Económica

Según Bernal Torres, 2010, “es fundamental que los propósitos de la empresa o sus gestores profesionales definan de manera clara y previa qué objetivos y metas se tienen que alcanzar, por lo que se refiere a la mejora del nivel de beneficios de la posición competitiva o la valoración de las acciones de la empresa en el mercado de valores”.

La investigación se justifica económicamente, ya que el aumento de la fiabilidad de las máquinas, permitirá incrementar el tiempo disponible para la producción lo que tendrá un impacto positivo en la satisfacción del cliente.

1.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

De Tiempo: La presente investigación sólo alcanza o comprende el último año de operación de la empresa (2020).

De Alcance: La investigación se limita al mantenimiento del área de producción de crema vegetal tipo Chantilly.

La investigación analiza y propone recomendaciones de solución a los problemas indicados en el acápite del problema.

La investigadora tiene acceso a la información de la empresa, sin embargo, no está libre de limitaciones de obtención de datos del sistema de información. Además, tendrá dedicación a tiempo parcial para la realización de la investigación y por espacio de tiempo de aproximadamente 5 meses.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Cuantificar la fiabilidad al mejorar la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly de una fábrica de insumos de pastelería en el año 2020.

1.4.2. Específicos

a) Aumentar Disponibilidad

Cuantificar la disponibilidad de la máquina al mejorar la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly de una fábrica de insumos de pastelería en el año 2020.

b) Aumentar Mantenibilidad

Cuantificar la mantenibilidad de la máquina al mejorar la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly de una fábrica de insumos de pastelería en el año 2020

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. MARCO HISTÓRICO

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. A partir de la Primera Guerra Mundial, y sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca aumentar y fiabilizar la producción, evitando las pérdidas por averías y sus costes asociados. Aparece el Mantenimiento Preventivo, el Mantenimiento Predictivo, el Mantenimiento Proactivo, la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador, y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en el análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección. Podríamos decir que RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica.

Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de

producción. Esas tareas «transferidas» son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, aprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir cero averías. Como filosofía de mantenimiento, TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano, en lugar de la tecnología. TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos. (García Garrido, 2003)

2.2. INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL TEMA

2.2.1. Investigaciones Relacionadas Internacionales

a) Gestión de Mantenimiento para identificación de Fallas y Procedimientos de Corrección (San Cristóbal – Venezuela).

Uzcátegui-Gutiérrez, Valera-Cárdenas y Díaz-García (2015) en el artículo titulado “Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC”, se plantea el diseño de un marco referencial para la aplicación de herramientas para la gestión mantenimiento de empresas cementeras, aplicando la metodología del MCC. La categoría de clase mundial en mantenimiento se apoya en metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), la cual ayuda a determinar acciones concretas de mantenimiento, identificando fallas y procedimientos de corrección de las mismas. Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva y de campo, en la cual se consideró como unidad de análisis la Fábrica Nacional de Cemento, Planta Táchira en Venezuela. A tal efecto, la técnica de recolección de datos constató indicios escritos y el instrumento seleccionado fue una matriz de categorías. Como resultado se diagnosticó que la gestión de mantenimiento en la empresa no considera los principios básicos de la

confiabilidad de los activos. Se identificaron las etapas de aplicación de las herramientas de confiabilidad: análisis de criticidad, análisis de modos y efectos de fallas, y análisis de causa – raíz, a través del cumplimiento de tres fases contentivas en un sistema que involucra insumos, procesos y resultados en cada fase; para finalmente indicar las pautas a seguir en la aplicación de las mencionadas herramientas. (Uzcátegui, 2015)

b) Mantenimiento Productivo Total para aumentar la productividad (Canadá).

Para Mohamed A. Sayed (2015) en su investigación “Impact of Total Productive Maintenance Methodology on the Performance” se centra en los problemas internos, tales como el: rendimiento, en donde los pilares más importantes de las operaciones de producción son: empleados, máquinas y equipos. Considera que el mantenimiento representa la actividad más importante que hace que las máquinas y los equipos funcionen de manera eficiente. Esta investigación presenta una metodología para mejorar el rendimiento (operador y el equipo) a través de la propuesta de modelo de TPM. Además, se indica la importancia del mantenimiento que minimiza o elimina los problemas de producción y aumenta la productividad de la organización. La implementación del modelo propuesto TPM se llevó a cabo en una empresa de manufactura la cual cuenta con 93 máquinas y equipos (diferentes tipos) a lo largo de tres meses. La gestión de la organización lleva a cabo una evaluación después de tres meses a partir de la ejecución. Las conclusiones y recomendaciones de este estudio para la implementación exitosa del modelo TPM arrojó una mejora del 72% en el % de los defectos de producción, 81,25% en el % de averías en máquinas, un 26,2% en los tiempos del ciclo del producto, 27,14% en la satisfacción de los empleados y un 61,7% en los costos de reparación de las máquinas. (Mahmoud Mohamed, 2015)

c) Métodos para el cálculo de indicadores de mantenimiento para el mejoramiento de la gestión de los talleres (La Habana – Cuba).

Para Azoy Capote (2014) en su investigación “Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento” tiene como objetivo el desarrollo de una

metodología para el cálculo de indicadores de mantenimiento. El estudio se enfocó en cuatro de los principales indicadores de mantenimiento clasificados como de clase mundial que posibilitan caracterizar la gestión de los servicios técnicos acorde con las condiciones en que se desarrollan en los momentos actuales los servicios técnicos en las Unidades Empresariales de Base Integral de Servicios Técnicos. El método está destinado al cálculo de cinco de los principales indicadores de mantenimiento para gestionar la función mantenimiento: el tiempo medio entre fallas (TMEF), tiempo medio para la reparación (TMPR), disponibilidad de equipo (DISP), costo de mantenimiento por facturación y costo para la eliminación de las fallas. Para el cálculo se toma como fuente primaria de información dos de los principales medios de control utilizados en los talleres de mantenimiento y reparaciones en Cuba: las órdenes de trabajo al taller y las tarjetas de control de consumo de combustible y lubricantes. Después de analizar el método desarrollado, se evidencia la posibilidad de evaluar por primera vez la gestión de mantenimiento tanto en los talleres de las Unidades Empresariales de Base Integrales de Servicios Técnicos, como en el resto de los talleres existentes en los diferentes municipios. Mediante la aplicación del método desarrollado se pueden elaborar las medidas técnico-organizativas para el mejoramiento de la gestión en los diferentes niveles de talleres. (Azoy Capote, 2014)

d) Diseño de Plan de Mantenimiento para Lacteosbol “Planta Achacachi”. Para Franz Zenteno (2016) en su investigación para el Diseño de Plan de Mantenimiento en la planta Achacachi, se analizó la problemática generada en el área de producción debido a la falta de un mantenimiento coherente, a fin de aumentar la productividad. Este Plan propone la mejorar del desenvolvimiento de los equipos críticos de la línea , que inicia desde un diagnóstico inicial total de los equipos de la línea hasta el desarrollo del plan de mantenimiento, este plan incluye la programación y la frecuencia con la cual se deberían ejecutar y supervisar los mantenimientos respectivos, que van de la mano del seguimiento respectivo mediante la utilización de formatos de control y de esta forma tomar en cuenta las acciones correctivas y preventivas que deben aplicarse para mejorar el proceso adecuadamente.

2.2.2. Investigaciones Relacionadas Nacionales

- a) Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en RCM para la reducción de fallas (Chiclayo-Perú)

Para Larissa Fharide Pacheco (2018) en su investigación “Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la Maquinaria de la empresa Hydro Patapo S.A.C.”, se tomaron problemas principales de mantenimiento en las máquinas del proceso en donde se determinaron los indicadores de mantenimiento para conocer la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad. Se propuso un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo, basándose en la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM.

En el periodo de febrero de 2014 a julio 2016, con la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, aumentará la vida útil de los activos y repercutirá positivamente en la parte monetaria el cual disminuirá en 21 933,84 dólares por año, brindando 1,52 dólares por cada dólar invertido, reduciendo el tiempo de inoperatividad en un 20.58%. (Pacheco Bado, 2018).

- b) Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en RCM, para aumentar la disponibilidad de Máquina

Para Ronald. R. Geldres Marchena, en su investigación “Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento basado en RCM, para aumentar la disponibilidad del mezclador de dosificación de una empresa de alimentos balanceados acuícola”, se analizó el modo y efecto de falla que permitió identificar los problemas antes de que ocurran y puedan afectar a los procesos. Con la aplicación de la metodología del RCM, se aumentó la disponibilidad del mezclador a 96% lo que genera un ahorro de 972,853 soles anual, que fue resultado de la disminución de las ventas perdidas, originadas por horas dejadas de producir por indisponibilidad de máquina (mezclador). Mediante la aplicación del RCM se determinó las posibles fallas críticas para incrementar la disponibilidad, confiabilidad y vida útil del mezclador, que la máquina crítica en este proceso de dosificación de

una empresa de alimentos balanceados acuícolas. (Geldres Marchena, 2019).

c) Mantenimiento Productivo Total para la Mejora en Disponibilidad, Índice de Rendimiento y Tasa de Calidad.

Según Jorge Enrique Silva Burga, en su investigación “Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de aceros Arequipa”, se realizó la implantación del TPM en el área de Laminado en Frío de la Corporación Aceros Arequipa S.A. en la zona de las enderezadoras, para el cálculo de medición se utilizó la Efectividad Global de los Equipos (EGE) desde el inicio de la implantación y se aprecia una notable mejora en la disponibilidad, índice de rendimiento y Tasa de Calidad. Obteniéndose así una mejora en la limpieza y orden del área, reducción de situaciones inseguras, mejor cuidado de las máquinas, aumento de la motivación, fortalecimiento del trabajo en equipo, mayor participación de los operadores en la solución de los problemas y crecimiento de la capacidad profesional de los operadores. (Silva, 2005)

2.3. ESTRUCTURA TEÓRICA Y CIENTÍFICA QUE SUSTENTA EL ESTUDIO

2.3.1. Mantenimiento

Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas.

En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. A partir de la Primera Guerra Mundial, y sobre todo, de la Segunda,

aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan.

Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca aumentar y fiabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados.

Aparece el Mantenimiento Preventivo, el Mantenimiento Predictivo, el Mantenimiento Proactivo, la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador, y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en el análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección. Podríamos decir que RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica.

Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas «transferidas» son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir cero averías. Colmo filosofía de mantenimiento, TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano, en lugar de la tecnología.

TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una

herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos. Por desgracia, en otras muchas empresas ninguna de las dos filosofías triunfa. El porcentaje de empresas que dedican todos sus esfuerzos a mantenimiento correctivo y que no se plantean si esa es la forma en la que se obtiene un máximo beneficio (objetivo último de la actividad empresarial) es muy alto. Son muchos los responsables de mantenimiento, tanto de empresas grandes como pequeñas, que creen que estas técnicas están muy bien en el campo teórico, pero que en su planta no son aplicables: parten de la idea de que la urgencia de las reparaciones es la que marca y marcará siempre las pautas a seguir en el departamento de mantenimiento.

2.3.2. Gestión de Mantenimiento

¿Por qué debemos gestionar la función mantenimiento? ¿No es más fácil y más barato acudir a reparar un equipo cuando se averíe y olvidarse de planes de mantenimiento, estudio de fallas, sistemas de organización, que incrementan notablemente la mano de obra indirecta? Veamos por qué es necesario gestionar el mantenimiento:

a) Porque la competencia obliga a rebajar costes. Por tanto, es necesario optimizar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada planta; es necesario también analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que dediquemos la mayor parte de los recursos a aquellos equipos que tienen una influencia mayor; es necesario, igualmente, estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción.

b) Porque han aparecido multitud de técnicas que es necesario analizar, para estudiar si su implantación supondría una mejora en los resultados de la empresa, y para estudiar también cómo desarrollarlas, en el caso de que pudieran ser de aplicación. Algunas de estas técnicas son las ya comentadas: TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total), RCM (Reliability Centered Maintenance, Mantenimiento Centrado en

Fiabilidad), Sistemas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), diversas técnicas de Mantenimiento Predictivo (Análisis vibracional, termografías, detección de fugas por ultrasonidos, análisis amperimétricos, etc.).

c) Porque los departamentos necesitan estrategias, directrices a aplicar, que sean acordes con los objetivos planteados por la dirección.

d) Porque la calidad, la seguridad, y las interrelaciones con el medio ambiente son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia en la gestión industrial. Es necesario gestionar estos aspectos para incluirlos en las formas de trabajo de los departamentos de mantenimiento.

Por todas estas razones, es necesario definir políticas, formas de actuación, es necesario definir objetivos y valorar su cumplimiento, e identificar oportunidades de mejora. En definitiva, es necesario gestionar mantenimiento.

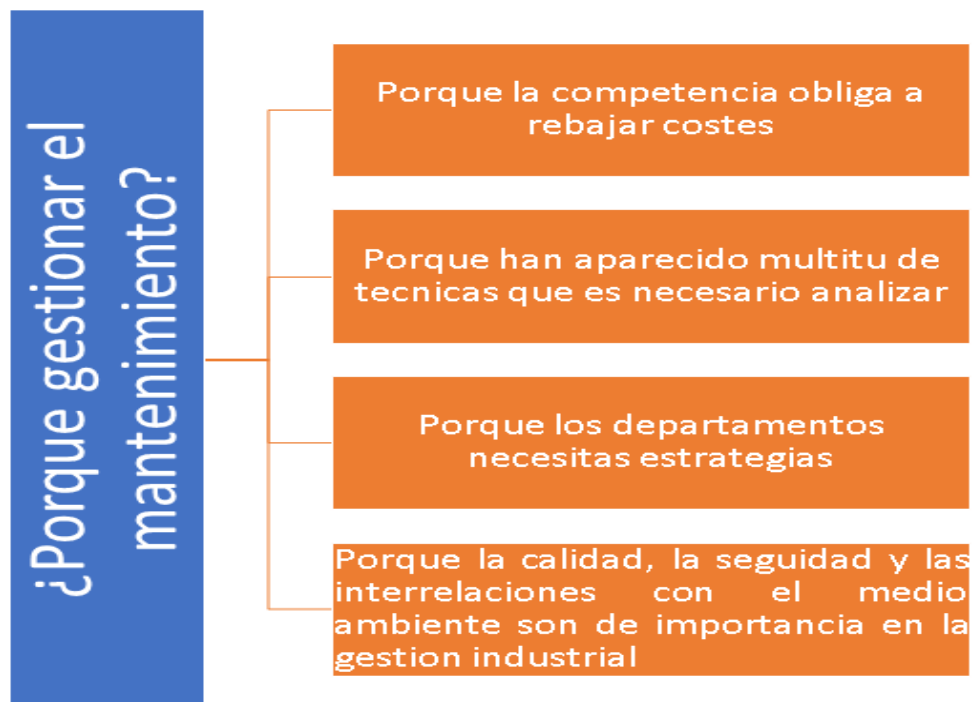


Figura N° 1: Gestión de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, en resumen

2.3.3. Capacidad Total

De acuerdo a Cuatrecasas L., (2012), la capacidad Operativa se refiere a la utilización de la infraestructura y conocimientos disponibles para fabricar productos o bienes y servicios que optimicen su uso, con el fin de lograr niveles de eficiencia y productividad.

El hecho de disponer de sistemas o procesos productivos que conduzcan a una mayor cantidad de producción o de ventas con menor costo o menor infraestructura, es un signo verídico de fortaleza estructural de una compañía. De hecho, es el elemento esencial de la competitividad que, si se acompaña del producto adecuado para el cliente, puede garantizar importantes retornos de largo plazo. Esta característica es indispensable para participar en mercados altamente competitivos y globalizados.

Los directores de operaciones están interesados en la capacidad por varias razones a saber:

- a) Se desea tener capacidad suficiente para proveer el tiempo y la cantidad de producción necesaria para satisfacer la demanda actual y futura del cliente.
- b) La capacidad disponible afecta la eficiencia de las operaciones, incluyendo la facilidad o dificultad para programar la producción y los costos de mantenimiento de la instalación.
- c) La consecución de una capacidad es una inversión para la organización y como se busca una buena recuperación, los costos y los ingresos derivados de una decisión sobre capacidad deben ser evaluados.

2.3.4. Confiabilidad Operacional

La confiabilidad operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, estrategias modernas y metodologías de análisis, para optimizar la gestión, la planeación, ejecución y control de la producción industrial. Además, menciona que para mejorar la confiabilidad operacional se debe involucrar cambios en la cultura de la empresa, generando una organización diferente con un amplio sentido de la productividad y con una visión de los objetivos de negocio. (Garcia, 2013)

La confiabilidad operacional es la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico. Es importante puntualizar que, en un programa de optimización de la confiabilidad operacional de un sistema, es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros operacionales: condición humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos. (Amendola, 2006)

2.3.5. Indicadores de productividad

a) Actividad de Mantenimiento

Expresada como el porcentaje dado por la relación entre horas-hombre de mantenimiento, divididas por el total de horas hombre en la producción.

$$\text{Actividad de mantenimiento} = \frac{h \text{ oras} - h \text{ ombre de mantenimiento}}{h \text{ oras } h \text{ ombre en la produccion}}$$

b) Porcentaje de tiempo de Parada

Determinado por relación entre el total de tiempo de parada por concepto de mantenimiento, sobre el total de tiempo dedicado a producción.

$$\% \text{ de tiempo de parada} = \frac{\text{tiempo de parada por mantenimiento}}{\text{tiempo total de producción}}$$

c) Disponibilidad del equipo

Determinada como porcentaje de horas disponibles del equipo para producir, sobre el total de tiempo dispuesto para producción.

$$\text{Disponibilidad del equipo} = \frac{\text{h horas disponibles del equipo}}{\text{tiempo total de producción}}$$

2.3.6. Indicadores de mantenimiento

Son parámetros cuantitativos de control que permiten determinar el comportamiento y la efectividad del sistema de mantenimiento de un sistema productivo, estos parámetros son absolutos o relativos. (García, 2013)

a) Disponibilidad

Es el principal indicador de mantenimiento puesto que va a limitar la capacidad de la producción, es la probabilidad en la que el equipo está preparado para producir en un determinado tiempo, esto significa que no debería parar por, fallas o ajuste, no se incluye paradas planificadas por mantenimiento y operaciones.

Una disponibilidad usual de instalaciones y flotas en las empresas modernas es de 97-98%. (Gonzales, 2010)

La disponibilidad se calcula mediante la ecuación N°1, la cual depende de la frecuencia de fallas y el tiempo que se demora en reanudar el servicio.

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

Dónde:

D(t) = disponibilidad (%).

MTBF=tiempo medio entre fallas (Hrs).

MTTR=tiempo medio para reparar (Hrs).

Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es el tiempo promedio, transcurrido entre una falla y la siguiente falla, el MTBF lo obtenemos mediante la ecuación N°2:

$$MTBF = \left(\frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallas}} \right)$$

Tiempo medio para reparar (MTTR): Es el tiempo promedio que se toma para reparar el activo que ha fallado, el MTTR lo hallamos usando la ecuación N°3:

$$MTTR = \left(\frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Número de fallas}} \right)$$

b) Confiabilidad

La confianza que te da un equipo o componente de desempeñar su función (que no ocurra la falla) durante un tiempo establecido en condiciones normales de operación. La confiabilidad (C) estará definida por la siguiente expresión indicada en la ecuación N° 4:

$$C(t) = \left(e^{-\frac{t}{MTBF}} \right) * 100\%$$

Dónde:

C(t) = confiabilidad (%)

e = constante matemática cuyo valor es 2,71828...

T = periodo de tiempo arbitrario o tiempo total de estudio (Hrs).

c) Mantenibilidad

Es la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema sea colocado en operación dentro de un tiempo establecido, cuando el mantenimiento se ejecuta de acuerdo a los procedimientos, la mantenibilidad se puede calcular a través de la ecuación N°5:

$$M(t) = \left(1 - e^{-\frac{t}{MTTR}} \right) * 100\%$$

Donde:

M(t) = Mantenibilidad (%)

e = constante matemática cuyo valor es 2,71828...

t = periodo de tiempo arbitrario para el cual se desea conocer la confiabilidad

2.3.7. Principio de Pareto

La teoría de Pareto resulta de una observación según la que el 20% de las causas producen el 80% de los efectos. Dicho de otra forma, en el mundo de los negocios, el 20% de los clientes son responsables del 80% del volumen de negocios. Así, identificando este 20%, que corresponde a los clientes más importantes, las empresas les pueden dedicar más atención y con esto ganar tiempo y dinero. (Dellers, 2016).

El procedimiento para elaborar un diagrama de Pareto es el siguiente (Besterfield, 2009):

- a) Determinar el tiempo que se asignara para recabar datos.
- b) Elaborar una hoja de trabajo que permita la recopilación de los datos.

- c) Anotar la información de acuerdo a la frecuencia en forma descendente en la hoja de trabajo diseñada, la cual debe tener la columna de actividad, frecuencia, frecuencia acumulada y porcentaje de frecuencia acumulada.
- d) Proyectar la línea acumulativa comenzando de cero hacia el ángulo superior derecho de la primera columna. La línea acumulativa termina cuando se llega a un nivel de 100% en la escala de porcentajes.
- e) Trazar una línea paralela al eje horizontal cuando la frecuencia acumulada es del 80%.
- f) Vaciar los datos de la hoja de trabajo en la gráfica de Pareto, la cual es una gráfica de barras acompañada de una serie de datos acumulados.

2.3.8. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

(Unzueta, 2014) mencionan la metodología para implementar el mantenimiento centrado en la confiabilidad. Esta implementación consta de cuatro etapas:

Etapa 1 - Control de la documentación:

Se debe priorizar los equipos que van a ser estudiado mediante iniciativas de priorización, luego se debe recopilar todo el conocimiento explícito de los equipos priorizados. La recopilación de datos permitirá hacer el AMEF. El análisis de la documentación de diseño, operación y mantenimiento es útil para llevar a cabo un control de la documentación. La documentación relacionada sobre todo con el mantenimiento tiene que ser crucial cuando ocurren averías correctivas complejas. Por ello se recolecta toda la información siguiendo estas secuencias:

1. Elección del equipo de trabajo.
2. Recolección de la información.
3. Información puesta en tablas.

Etapa 2 - Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF)

Con la información recolectada se debe responder las 3 primeras preguntas de los 7 pasos del RCM (1- las funciones del equipo, 2- los modos de falla y 3- las causa). Para ello será necesario combinar el trabajo realizado por los diseñadores de los instructivos y en la experiencia de técnicos en mantenimiento.

Hay que considerar que las acciones de mantenimiento preventivo incluida en los manuales de operación y mantenimiento están sobredimensionadas, debido a que los diseñadores no disponen de información sobre las consecuencias de los modos de falla que se deben evitar y sus causas. Por ello los técnicos de mantenimiento deberán ajustar la periodicidad de las acciones de mantenimiento preventivo modificando o incluso eliminando actividades del manual de mantenimiento. Además, los técnicos acumulan experiencia incalculable que será útil para adoptar otras acciones de mantenimiento y esta información recopilada debe ser incluida en las actividades del mantenimiento preventivo.

Etapa 3 - Retroalimentación continua

El mantenimiento debe ser gestionado como una unidad de negocio, por lo tanto, basada en indicadores. El uso de indicadores permitirá hacer un seguimiento de las máquinas en el proceso, establecer prioridades a la hora de asignar recursos con el objetivo de mejorar los valores de los indicadores, consolidar la revisión y mejora continua de planes de mantenimiento preventivo.

La información recolectada debe ser usada para generar ordenes de trabajo en mantenimiento correctivo y preventivo los cuales deberán ser revisadas por los técnicos de mantenimiento que a su vez estarán respaldados por su jefe inmediato superior.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

a) Defectos

Desperfecto en un componente o sistema que puede causar que el componente o sistema falle en desempeñar las funciones requeridas.

b) Error

Acción humana que produce un resultado incorrecto.

c) Falla

Manifestación física o funcional de un defecto. Terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida.

d) Inspección

El proceso de medir, examinar, probar, calibrar o detectar de alguna otra forma cualquier desviación con respecto a las especificaciones.

e) Parada

Situación de un ítem cuando no está en operación porque no se necesita o porque no se encuentra en condición de utilización.

f) Reparación

Es el restablecimiento o restauración de un equipo a una combinación aceptable mediante la renovación, reemplazo o reparación general de piezas dañadas o desgastadas.

CAPITULO III: HIPÓTESIS

3.1. GENERAL

Si se mejora la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly, entonces se aumentará la disponibilidad.

3.2. ESPECÍFICOS

3.2.1. Aumentar la Confiabilidad

Si se mejora la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly, entonces se aumentará la confiabilidad de la maquina

3.2.2. Aumentar la Mantenibilidad

Si se mejora la gestión de mantenimiento en una línea de producción de chantilly, entonces se aumentará la mantenibilidad de la maquina

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la siguiente tabla se describe la operacionalización de variables:

Tabla N° 1: Tabla de operacionalización de variables

Tipo	Variable	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Variable Independiente	Gestión de Mantenimiento	Tiempo de operación de la Maquina/Tiempo total para producir	Consiste en medir los tiempos de operación	Número de Horas operativas respecto a las horas totales
		MTTR	Tiempo de medio para reparar	Número de Horas que se demora en reparar una avería
		MTBF	Tiempo medio entre fallas	Número de Horas que transcurre hasta que suceda una nueva falla
Variable Dependiente	Disponibilidad de la Línea de Producción	Tiempo disponible de la máquina	Consiste en medir el Tiempo por el cual la máquina disponible para la producción	Número de horas disponibles de la máquina
		% Tiempo de parada	Consiste Medir el % Tiempo de Parada del tiempo total programado	Número de horas de paradas de máquina

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO

4.1. TIPO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.1. Tipo

Este proyecto actualmente reúne las condiciones de una investigación de tipo aplicada, debido a que se plantea poner en práctica algunas herramientas de gestión de mantenimiento como el Plan de Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), AMEF y entre otros, con la finalidad de incrementar la disponibilidad de la línea de producción de chantilly de una empresa dedicada a la fabricación de insumos para la industria de la pastelería y panadería.

4.1.2. Método

Esta presente tesis fue de nivel descriptivo porque tuvo como objetivo dar a conocer los factores y variables, los cuales fueron identificados en las anotaciones y registros de todas las causas identificadas en el trabajo de campo, profundizando así su estudio de estas para poder mejorar la gestión de mantenimiento, teniendo como problemática principal la baja disponibilidad de las máquinas de la línea de producción de chantilly de la empresa en estudio.

4.1.3. Enfoque

Esta investigación contó con un enfoque cuantitativo, debido a que se manejó datos históricos numéricos, los cuales mediante las herramientas de recolección de datos, como es el caso de Microsoft Excel ,mediante sus hojas de cálculo utilizando gráficos y tablas para ordenar los datos de campo obtenidos a través de la observación y evaluación, Pareto, Ishikawa, ayudaron a detectar de una manera más eficaz las causas de manera porcentual y numérica por las cuales se origina la baja disponibilidad de las máquinas de la línea de producción de chantilly.

Para llegar a la conclusión la tesis cuenta con un enfoque cuantitativo, se tuvo en cuenta la siguiente opinión de los autores Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio.

Fernández y Baptista (2014) indican que el enfoque cuantitativo (que representa, como mencionan, un conjunto de procesos) es secuencial y

probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones respecto las hipótesis.

Las diez fases para poder definir si el enfoque es de nivel cuantitativo o cualitativo, son las siguientes: tener la idea, plantear el problema, revisión de la literatura y desarrollo, visualización del alcance el estudio, elaboración de hipótesis y definición de variables, desarrollo del diseño de investigación, definición de la muestra, recolección de los datos, análisis de los datos y elaboración de reportes de resultados.

4.2. DISEÑO MUESTRAL Y POBLACIÓN

4.2.1. Población de estudio

La población de la presente tesis estuvo compuesta por el conjunto de Máquinas de la línea de Producción de Chantilly de una empresa fabricante de insumos para la industria de la pastelería y panadería, con un total de 8 máquinas

El tipo de muestreo para esta tesis fue no probabilístico puesto que se tuvo una corta lista de elementos que en este caso son las máquinas de la línea de producción de chantilly, los cuales componen la población a estudiar.

4.2.2. Diseño muestral

Las muestras no probabilísticas, pese a ser consideradas poco rigurosas y carentes de base teórica, son bastante frecuentes, incluso hay situaciones en que es más conveniente usar un muestreo no probabilístico, por ejemplo, cuando vamos a hacer estudios de casos, de poblaciones heterogéneas, o en estudios que son dirigidos a poblaciones y grupos muy específicos donde la interesa una cuidadosa y controlada selección de sujetos con determinadas características.

Para este proyecto la muestra será establecida por las máquinas de la línea de producción de chantilly que generaron mayor frecuencia de paradas durante el año 2019. Estas paradas de maquina fueron registradas por el personal de producción a pedido de su jefe de planta para saber la razón por la cual no se cumplían con los lotes programados al inicio de la jornada laboral. El encargado del área de producción de cremas tenía la obligación de apuntar la hora en el que se terminaba de producir un lote, así como registrar cualquier ocurrencia que haya retrasado la producción y al finalizar el turno estos formatos son validados por el jefe de producción y jefa de aseguramiento de la calidad. Anexo 2

Con esta información se elaboró un nuevo registro que servirá para elaborar el siguiente diagrama de Pareto el que se podrá observar los equipos que ocasionaron el mayor tiempo de parada de la línea de producción de crema, expresado en minutos

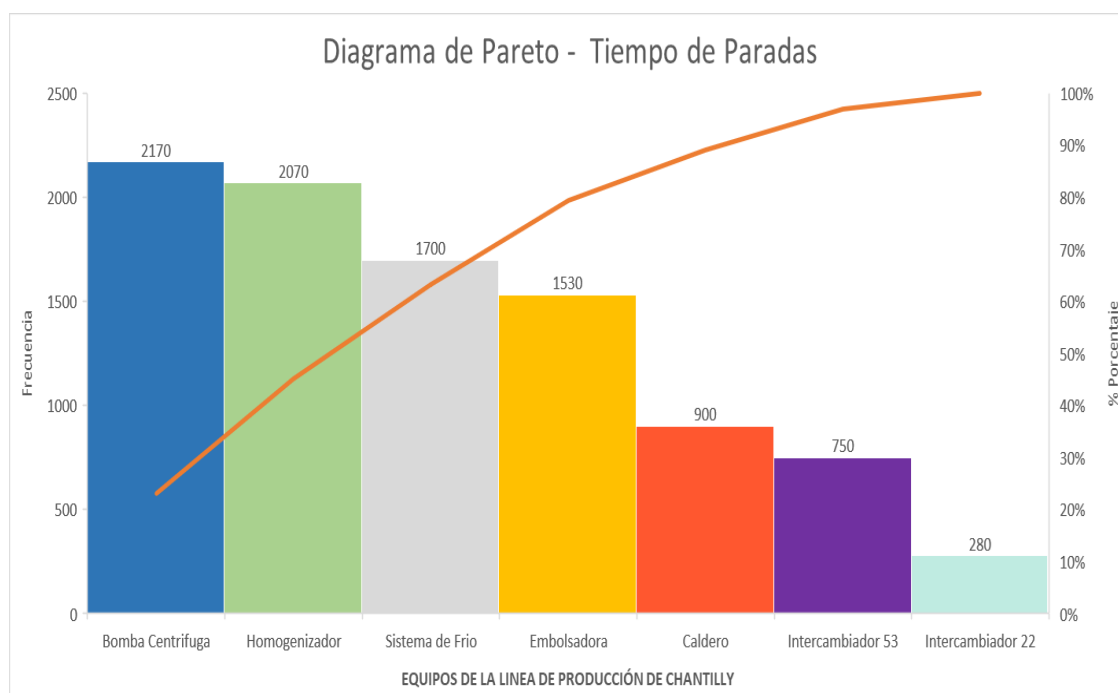


Figura N° 1: Diagrama de Pareto para el tiempo de paradas.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, priorizamos y calculamos las frecuencias relativas y acumuladas para poder desarrollar el diagrama de la ley de Pareto 20 – 80 y poder trabajar con las primeras causas inmediatas

que acumulen el 80% de la baja disponibilidad de la línea de producción de crema chantilly.

Al ordenar el diagrama de Pareto según su influencia en el problema, se obtuvo como resultado de tamaño de muestra a estudiar las siguientes máquinas:

M1: Homogeneizador

M2: Bomba de crema

M3: Fallas en la embolsadora

M4: Sistema de frío

4.3. RELACIÓN ENTRE VARIABLES

La variable independiente es:

X: Gestión de mantenimiento

Las subvariables dependientes son:

Y1: Disponibilidad de la línea de Producción

Y2: Confiabilidad de la Máquina

Y3: Mantenibilidad de la Máquina

1. La relación de X (Gestión de Mantenimiento) con Y1(Disponibilidad de la línea de producción), es directa a una mejor gestión de mantenimiento, aumentará la fiabilidad de la línea de producción.
2. La relación de X (Gestión de Mantenimiento) con Y2(Confiabilidad de la Máquina), es directa a una mejor gestión de mantenimiento, aumentará la disponibilidad de la máquina.
3. La relación de X (Gestión de Mantenimiento) con Y3(Mantenibilidad de la Máquina), es directa a una mejor Gestión de Mantenimiento, incrementará la Mantenibilidad de la Máquina.

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos

a) Técnicas

La entrevista: Algunos autores han definido a la entrevista de investigación como “un diálogo iniciado por el entrevistador con el propósito específico de obtener información relevante para la investigación y enfocado por él sobre el contenido especificado por los objetivos de investigación de

descripción, predicción o de explicación sistemática”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

La entrevista de la investigación está dirigida a la comunicación entre el área de mantenimiento y línea de producción de chantilly de la empresa MASSCREAM, para este tipo de entrevista se utilizarán preguntas a modo de recolectar información pasada sobre el comportamiento de la línea de producción y principales problemas por los cuales recae esta línea y la efectividad del soporte brindado por área de mantenimiento ante cualquier eventualidad que impida la producción programada de chantilly.

- Observación: Monitoreo del uso de la maquinaria por parte del personal para la evaluación del correcto uso dentro de los parámetros de funcionamiento. Se registrarán los rastros que deja cada jornada laboral por parte de las maquinas siendo estas muestras de alguna fuga o pérdida de producto (mermas).
- Análisis Documental: Esta técnica está referida a recolectar información de documentos Ordenes de Servicio por mantenimiento, donde se obtendrá información, pasada del historial de cada maquinaria en la línea de producción de chantilly, lo cual permitirá en medida poder pronosticar los siguientes problemas en donde puede recaer la maquinaria constantemente, teniéndose así prevención de estos sucesos y stock de los repuestos planificados para su solución inmediata bajo condiciones controladas que la gestión de mantenimiento permite sin perjudicar la producción programada.

b) Instrumentos

Tabla N° 2: Técnicas de investigación para la recolección de datos

Técnicas de Investigación	Instrumentos de Recolección de Datos
Entrevista	<ul style="list-style-type: none">- Entrevista personalizada y presencial para el personal del área de mantenimiento y la línea de producción de chantilly
Observación	<ul style="list-style-type: none">- Monitoreo de campo o en la línea de producción de chantilly al momento de una parada de máquina y medición del tiempo que se emplea para ponerlo en marcha
Análisis Documental	<ul style="list-style-type: none">- Ordenes de Trabajo- Registro de Parada de Maquina

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Para brindar validez al contenido de la información que se va recolectar, someteremos los documentos de recolección de datos a validar a través de juicio de expertos, y para determinar la confiabilidad se utilizará el coeficiente alfa de Cronbach corroborando la confiabilidad del instrumento a realizar.

4.5. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el procesamiento de recolección de datos, se registrarán los documentos como ordenes de servicios, inspecciones de mantenimiento, fallas y accidentes por las maquinarias en la línea de producción de chantilly.

4.5.1. Diagrama de Ishikawa

- a) Se ubicará la causa raíz del problema principal de paradas de maquina a partir de problemas secundarios que lo originan.
- b) Se analizará la causa raíz de los problemas, para la solución posterior aplicando la solución relacionada a la mejora de la gestión de mantenimiento.
- c) Análisis de criticidad, para evaluar la máquina y proceso critico donde mediante una jerarquía daremos mayor énfasis a las máquinas para su mantenimiento preventivo.

4.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis de la información se hizo se efectuará con el programa Microsoft Excel y Access.

Las herramientas estadísticas para utilizar son las siguientes:

- a. Análisis Pareto
- b. Diagrama causa-efecto
- c. Pruebas estadísticas

CAPITULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se realizó la recolección, análisis de los datos para determinar las causas y brindar una solución a los problemas, y de esta forma validar las hipótesis planteadas.

5.1.1. Descripción de la realidad

a) Descripción general de la empresa objeto de estudio

Corporación Excellent S.A.C, opera desde 1988 en el mercado, se dedica a la producción, elaboración y comercialización de insumos para panadería, pastelería y heladería, todo ello focalizado en la calidad del producto que se entrega al consumidor en todo momento, posee una planta principal ubicada en ubicado en la Av. Los Faisanes 316, La Campiña - Chorrillos, Lima.

Corporación Excellent S.A.C es Pioneros en el Perú en la fabricación Crema Vegetal Tipo Chantilly siendo la marca Mass Cream la líder en el mercado. Así mismo, el crecimiento y fortalecimiento estratégico se sustenta a base de liderazgo de sus marcas en los mercados donde operan. La variedad de los productos que fabrica y comercializa, eficiente capacidad de distribución y transporte para llegar a todos los mercados que abastece, le permiten a la empresa generar y garantizan una estructura diversificada de negocios, capaz de desempeñarse con éxito en un entorno altamente competitivo.

Es así como, con calidad, innovación y competitividad ayuda a elevar los estándares de la región y contribuir con sus esfuerzos a apoyar el desarrollo de la economía del Perú.

b) Datos importantes de la empresa

RUC: 20601989108

Razón Social: Corporación Excellent S.A.C

Nombre Comercial:

Tipo Empresa: Sociedad Anónima Cerrada

Condición: Activo

Fecha Inicio Actividades: Julio 1988

Ubicación: Av. Los Faisanes 316, Urb. La Campiña - Chorrillos, Lima.

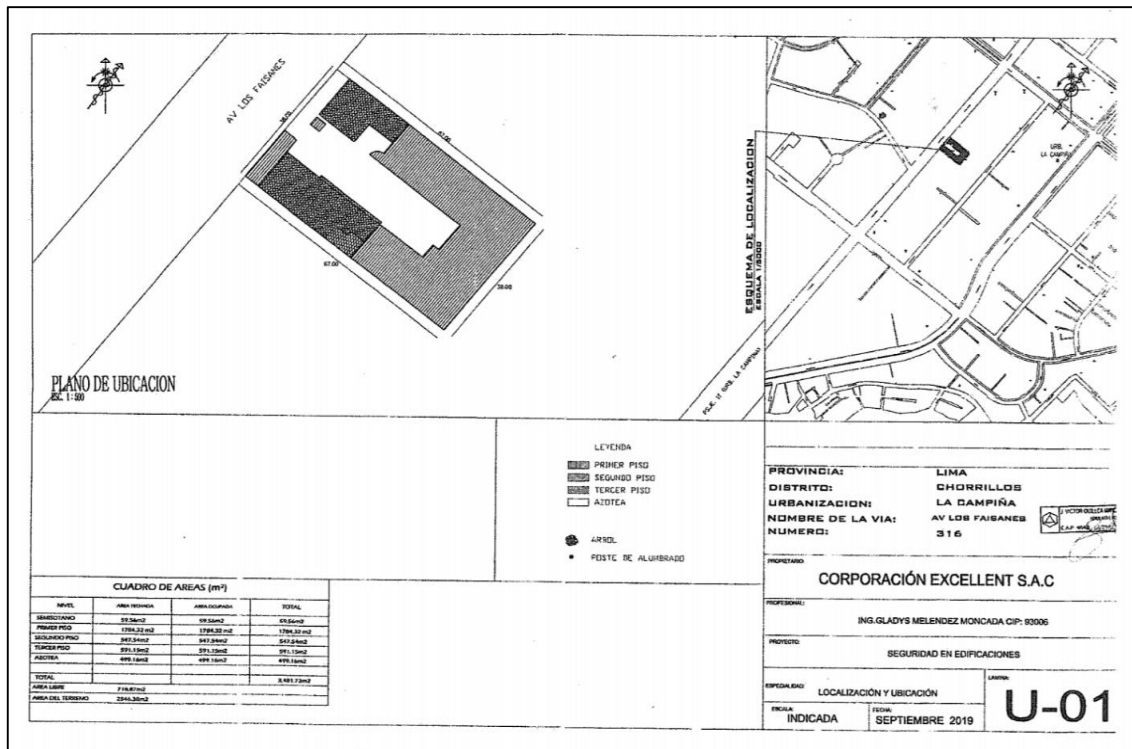


Figura N° 2: Plano de localización y ubicación
Fuente: Empresa Corporación Excellent S.A.C.

Logo de la empresa



Figura N° 3: Logo de la Empresa Corporación Excellent S.A.C.
Fuente: Empresa Corporación Excellent S.A.C.

5.1.2. Descripción del proceso del área de cremas

a. Descripción del proceso

El proceso para la elaboración de crema vegetal tipo chantilly inicia con la recepción de insumos, para que luego el operario ingrese los bloques de grasa en la marmita y con un constante movimiento hará que la grasa se derrita en aproximadamente en 40 min. Una vez derretida la grasa se verterá en una olla y con ayuda de un agitador se mezclará con agua, azúcar, glucosa y otros insumos por un espacio de 10 minutos. Al haber obtenido la mezcla, esta pasará por una bomba que le dará impulso a la crema para primeramente pasar por un intercambiador de calor de 22 placas, seguidamente por un homogeneizador, después una vez más por un intercambiador de placas 53 placas, el cual hará el proceso del shock térmico que tiene como finalidad la destrucción de todos los microorganismos.

Finalmente, la crema al terminar este proceso estará a una temperatura menor a los 5 °C, esta crema se almacena en un tanque pulmón para finalmente ser envasado en bolsa de 1 litro. Estas bolsas se llenan en jivas de 30 unidades para su almacenamiento en cámaras de refrigeración a la espera de ser comercializadas. Anexo 1



Figura N° 4: Proceso productivo de la línea de chantilly.

Fuente: Maquinas alfa Laval

b. Descripción de Operaciones de Procesos

El diagrama de Operaciones de proceso (DOP) nos permite ver en forma más detallada cada actividad. A continuación, el flujo del proceso, donde los círculos simbolizan una actividad y el cuadrado una inspección, todas estas operaciones están unidas mediante flechas.

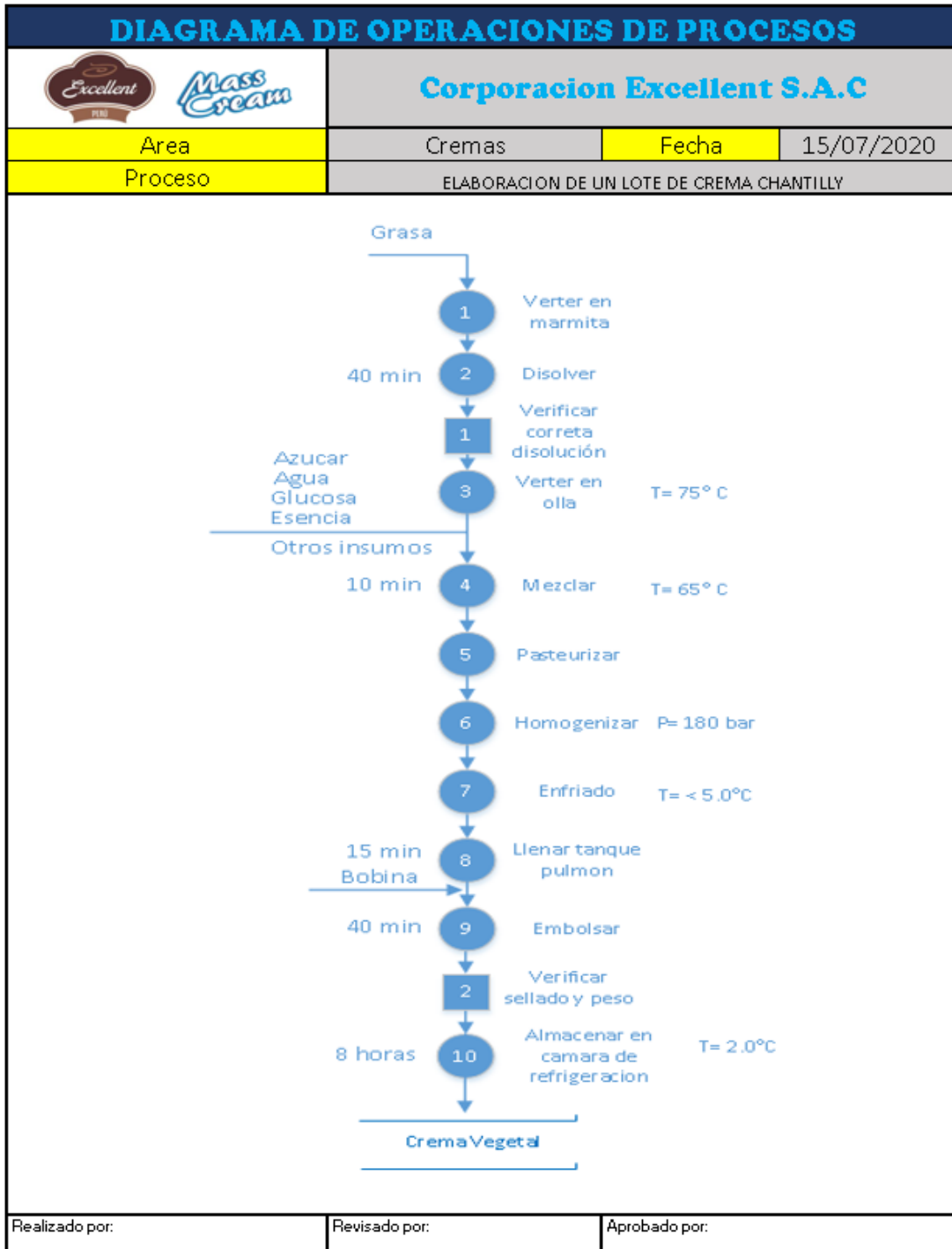


Figura N° 5:Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Análisis de la realidad

a. Análisis de las paradas de Maquina

Actualmente no se cumplen los programas de producción debido a los distintos problemas que se presentan en la línea de producción de chantilly. Estos retrasos que existen en la producción son registrados por el personal encargado del área. Este registro nos sirvió para calcular los siguientes datos.

Tabla N° 3: Disponibilidad de la línea de producción de chantilly del año 2019

Meses	Días de Produccion	Horas Disponibles	Frecuencia de Fallas	Horas de Paradas	Horas de Produccion	Tiempo Medio entre Fallas	Tiempo Medio para Reparar	Disponibilidad	
						MTBF (Hrs /#Fallas)	MTTR (Hrs/#Fallas)	MTBF/(MTBF+MTTR)	Nivel de Aceptación
Enero	25	400	7	16.8	383.2	54.74	2.40	95.79%	No Cumple
Febrero	24	384	4	10.0	374.0	93.50	2.50	97.40%	No Cumple
Marzo	26	416	6	18.3	397.7	66.28	3.06	95.59%	No Cumple
Abril	26	416	3	3.0	413.0	137.67	1.00	99.28%	Si Cumple
Mayo	27	432	4	8.8	423.2	105.79	2.21	97.96%	No Cumple
Junio	25	400	4	9.0	391.0	97.75	2.25	97.75%	No Cumple
Julio	26	416	2	3.0	413.0	206.50	1.50	99.28%	Si Cumple
Agosto	27	432	9	19.3	412.7	45.85	2.15	95.52%	No Cumple
Setiembre	27	432	7	19.7	412.3	58.90	2.81	95.45%	No Cumple
Octubre	27	432	9	32.0	400.0	44.44	3.56	92.59%	No Cumple
Noviembre	26	416	1	2.0	414.0	414.00	2.00	99.52%	Si Cumple
Diciembre	25	400	7	14.7	385.3	55.05	2.10	96.33%	No Cumple
TOTAL	311	4976	63	156.7	4819.3	76.50	2.49	96.85%	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla presentamos las horas disponibles para la producción y las horas de parada de máquina del año 2019, estos datos nos servirán para calcular la disponibilidad de la línea de producción de crema vegetal de la empresa en estudio. A su vez el cálculo del tiempo medio entre las fallas (MTBF) y el tiempo medio para reparar las fallas (MTTR) de la línea de producción de Chantilly.

Actualmente la línea de producción de crema vegetal de la empresa en estudio tiene una disponibilidad de 97.47%. En la siguiente figura se muestra la variación mes a mes de la disponibilidad de la línea de producción de crema chantilly. Por lo tanto, para mejorar nuestra disponibilidad es necesario aumentar en tiempo entre fallas (MTBF) y reducir el tiempo medio para reparar las fallas (MTTR).

A continuación, en la siguiente grafica se mostrará la variación mes a mes de la disponibilidad de la línea de producción de chantilly. Donde se identificará en que mes hemos tenido mayor dificultad para cumplir con los planes de producción.

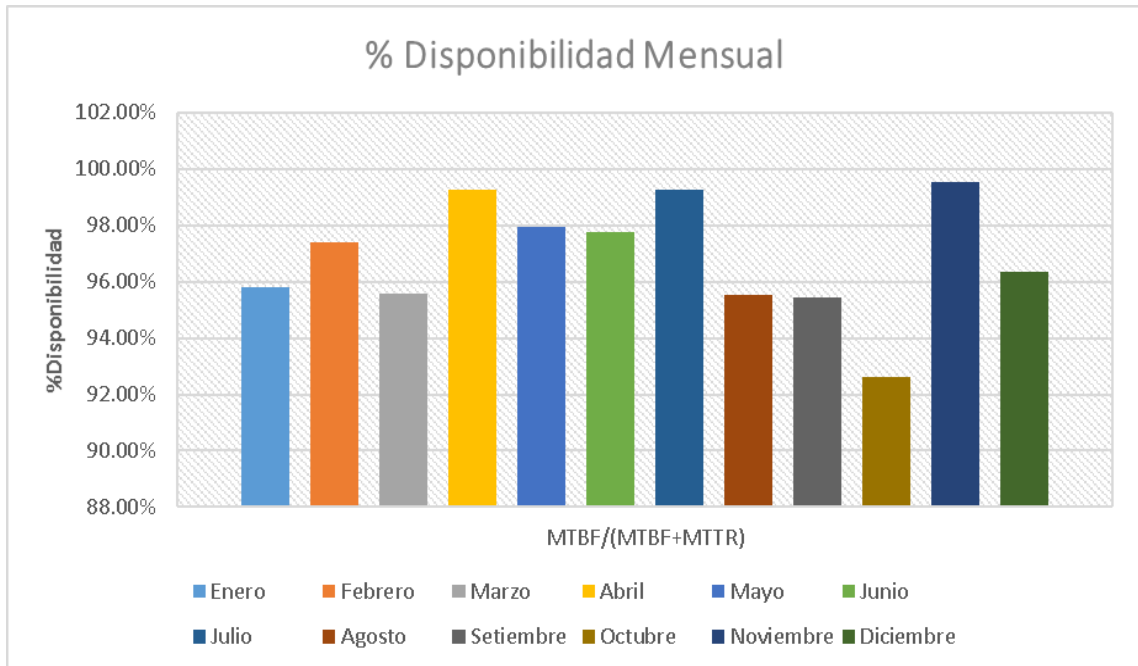


Figura N° 6: Diagrama de Barras de disponibilidad mensual del año

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en el mes de octubre del 2019 la disponibilidad fue de 92.59%, en este mes fue donde se presentaron mayores desafíos para el cumplimiento del pedido de producción. Cabe señalar que la empresa considera una meta de disponibilidad de los equipos en 98% por ser la línea más importante de la empresa. A continuación, se presenta el diagrama de Pareto en donde se detallan las causas que influyen en la baja disponibilidad, la cual también nos mostrará que equipos representan el mayor porcentaje de los problemas existentes que generan una parada en la producción.

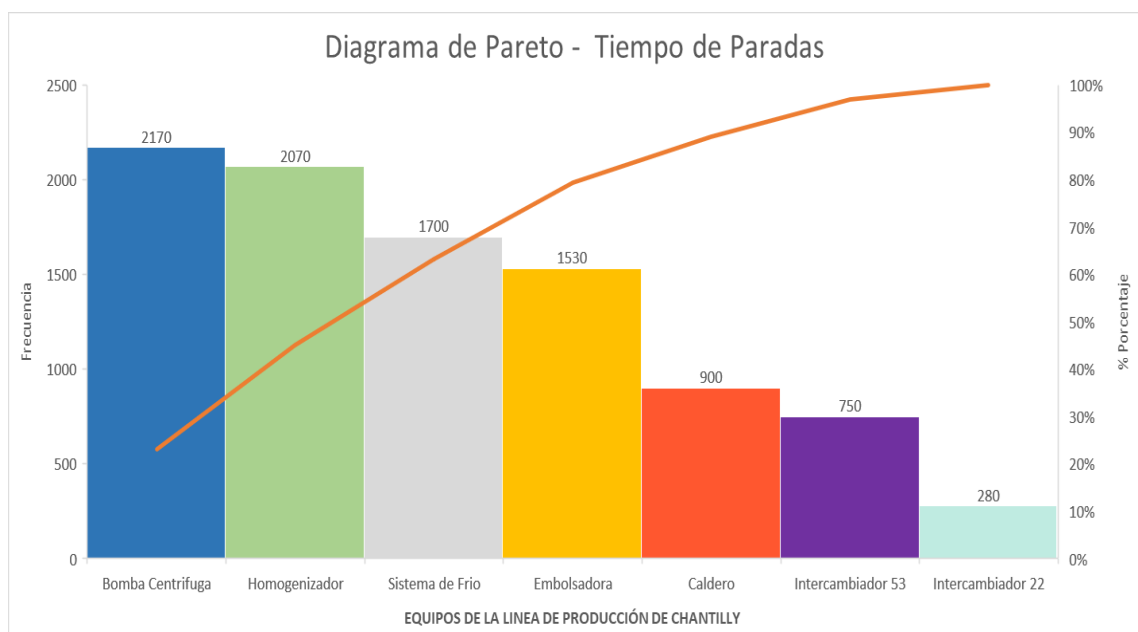
Estas paradas de maquina fueron registradas por el personal de producción a pedido de su jefe de planta para saber la razón por la cual no se cumplían con los lotes programados al inicio de la jornada laboral. El encargado del área de producción de cremas tenía la obligación de apuntar la hora en el que se terminaba de producir un lote, así como registrar cualquier ocurrencia que haya retrasado la producción y al finalizar el turno estos formatos son

validados por el jefe de producción y jefa de aseguramiento de la calidad.

Anexo 2

Gracias a este registro se pudo identificar las causas por que se paró la línea de producción de crema a lo largo de todo el 2019 y también se pudo calcular el tiempo que permaneció en ese estado.

Con esta información se elaboró un nuevo registro que servirá para elaborar el siguiente diagrama de Pareto el que se podrá observar los equipos que ocasionaron el mayor tiempo de parada de la línea de producción de crema, expresado en minutos



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 7: Diagrama de Pareto para el tiempo de paradas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, priorizamos y calculamos las frecuencias relativas y acumuladas para poder desarrollar el diagrama de la ley de Pareto 20 – 80 y poder trabajar con las primeras causas inmediatas que acumulen el 80% de la baja disponibilidad de la línea de producción de crema chantilly.

Al ordenar el diagrama de Pareto según su influencia en el problema, nos dio como resultado los siguientes equipos que significaron la mayor causa de las paradas de máquina.

C1: Fallas en el Homogeneizador

C2: Fallas en la bomba de crema

C3: Fallas en la embolsadora

C3: Fallas en el sistema de frío.

Estas causas se presentan debido a la baja mantenibilidad de los equipos por parte del departamento de mantenimiento que actualmente está centrado en el mantenimiento correctivo que en el preventivo y esto provoca que no se pueda cumplir con los planes de producción.

b. Análisis de los indicadores

Teniendo las causas inmediatas del año 2019, serán analizadas mediante indicadores, de tal forma que permita evaluar y proponer las herramientas de mejora que se va aplicar:

Disponibilidad inicial:

$$D(t) = \left(\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \right) * 100\% = 96.89 \%$$

Confiabilidad inicial:

$$C(t) = \left(e^{-\frac{t}{\frac{MTBF}{100}}} \right) * 100\%$$

$$C(t) = \left(e^{-\frac{\frac{4976}{76.51}}{100}} \right) * 100\% = 52.18\%$$

Mantenibilidad inicial:

$$M(t) = \left(1 - e^{-\frac{t}{\frac{MTTR}{100}}} \right) * 100\%$$

$$M(t) = \left(1 - e^{-\frac{156}{2.48}}\right) * 100\% = 46.74\%$$

c. Análisis de las causas las paradas de Maquina

Como apreciamos las maquinas del área de chantilly solo cuentan con mantenimiento correctivos dentro de las actividades de mantenimiento. Esto repercute en una alta tasa de averías y a su vez en la disponibilidad de los equipos necesarios para la producción de chantilly de la empresa Mass Cream. Los costos que generan las paradas de maquina son altos y van incrementando mensualmente, impactando directamente sobre los indicadores de disponibilidad, MTTF, MTTR. (Suzuki, 1996)

La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo” (Mora, 2000). La disponibilidad es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado operativo, para realizar una función requerida bajo condiciones dadas, durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado. (International Standard - ISO 14224:2004, 2004). Tiene como misión garantizar la disponibilidad para que lo equipos e instalaciones funcionen óptimamente en los procesos de producción con un costo adecuado.

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema, que ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente. (Mesa, 2006)

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), está concebido básicamente como un proceso de mejoramiento continuo, por lo que ninguna tarea o procedimiento de mantenimiento escapa a la constante revisión a partir de toda la información que se va acumulando. (Bloom, 2005)

A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa en donde se detallan las causas que influyen en la baja disponibilidad, la cual también nos mostrará los problemas existentes en diferentes escamas: mano de obra, métodos, materiales, maquinarias.

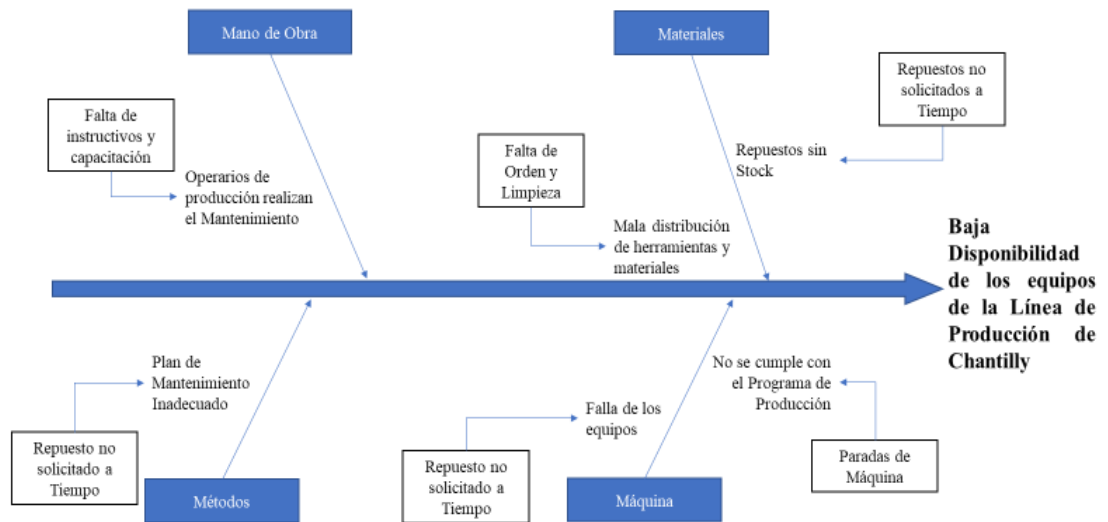


Figura N° 8: Diagrama de Ishikawa para el análisis de la baja disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°8 que muestra el diagrama de Ishikawa, se identificaron las causas que generan la baja disponibilidad de la línea de producción de chantilly:

Tabla N° 4: Descripción de las causas

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA
A	Programa de Mantenimiento Inadecuado
B	Fallas de Máquina
C	Repuesto no solicitados a tiempo
D	Falta de Orden y Limpieza
E	Falta de Instructivos y Capacitación
F	Se realizan principalmente acciones correctivas

Fuente: Elaboración propia

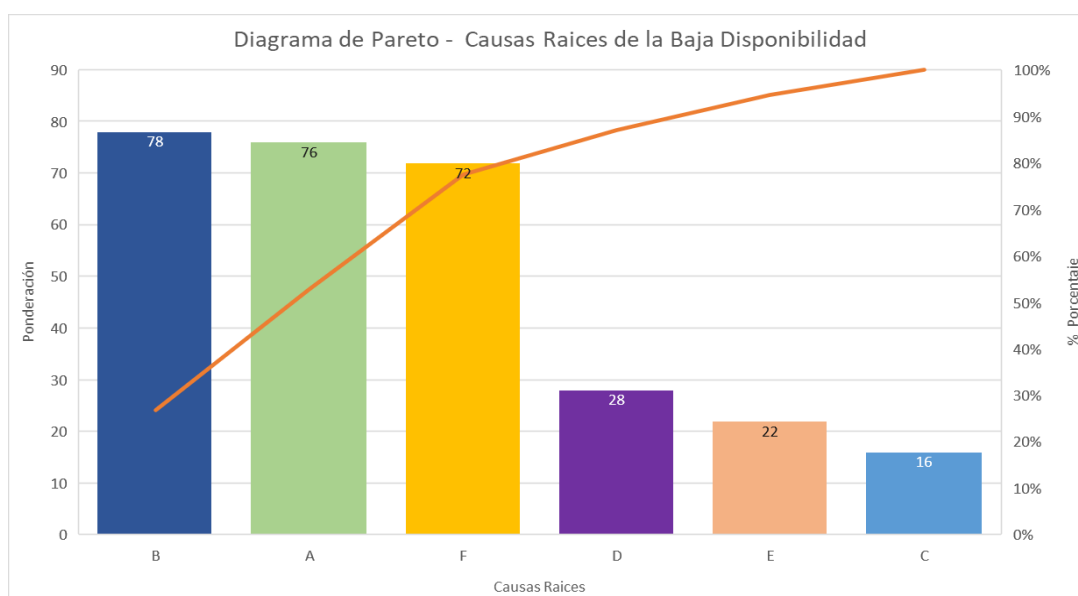
Luego de identificar las causas inmediatas que afectan a tener una baja disponibilidad de la línea de crema, se realizó una pequeña encuesta a 16 trabajadores pertenecientes al área de mantenimiento y producción, con la finalidad de aplicar una correcta ponderación a cada una de las causas de acuerdo a la percepción del personal. El resultado obtenido después de la encuesta fue el siguiente:

Tabla N° 5: Resultado de las encuestas para la determinación de la causa raíz.

RESULTADO DE ENCUESTA		
CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA	PONDERACIÓN
B	Fallas de Máquina	78
A	Programa de Mantenimiento Inadecuado	76
F	Se realizan principalmente acciones correctivas	72
D	Falta de Orden y Limpieza	28
E	Falta de Instructivos y Capacitación	22
C	Repuesto no solicitados a tiempo	16
TOTAL		292

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos (ver Anexo 3), priorizamos y calculamos las frecuencias relativas y acumuladas para poder desarrollar el diagrama de Pareto, y empezar a trabajar con las causas que acumulen el 80% de la baja disponibilidad de la línea de producción de chantilly.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 9: Diagrama de Pareto para el análisis de causa raíz.

Al realizar el diagrama de Pareto obtenemos como resultado que tres causas que representan el 80% y serán esenciales para conseguir el objetivo de la propuesta de mejora de la disponibilidad.

C1: Fallas de Máquina

C2: Programa de Mantenimiento Inadecuado

C3: Se realizan principalmente acciones correctivas

Estos resultados reafirman los datos analizados en un inicio de las paradas de máquina. Podemos concluir que es necesario elaborar un adecuado plan y programa de mantenimiento para reducir o eliminar las paradas de máquina y así aumentar la disponibilidad de la línea de producción de chantilly.

5.1.4. Propuesta de solución

a. Descripción de las causas raíces

C1: Fallas de Máquina

C2: Programa de Mantenimiento Inadecuado

C3: Se realizan principalmente acciones correctivas

La falta de programa y el inadecuado plan de mantenimiento a la línea de producción de Chantilly originan paradas por falla de equipos, las cuales impactan directamente a la producción y a los ingresos de la empresa por ser la línea que genera el mayor flujo de dinero.

b. Monetización de Perdidas

El tiempo que dejaron de operar la línea de producción de crema vegetal de tipo chantilly por paradas de los equipos hubiera permitido producir mayor cantidad crema. El impacto económico se medirá por las ventas perdidas de crema vegetal no producida, si los equipos hubieran operado. Para los cálculos se ha tomado un promedio en el precio de venta de la crema vegetal para la industria de la pastelería de: 10 soles/litro, para el 2019. Para ello es

necesario saber que los lotes de 510 litros y que cada lote se produce en 70 minutos.

En la siguiente tabla se muestra los datos para determinar las ventas perdidas de crema vegetal tipo chantilly para la industria de la pastelería.

Tabla N° 6: Ventas perdidas para la línea de chantilly en el año 2019.

Meses	Tiempo de Parada (Mín)	Tiempo por lote (min)	Lotes Dejados de Producir	Unidades por Lote	Total de Unid Mensual	Precio de Venta por unidad	Ventas perdidas
Enero	1010	70	14.4	510	7,359	10	S/. 73,585.71
Febrero	600	70	8.6	510	4,371	10	S/. 43,714.29
Marzo	1100	70	15.7	510	8,014	10	S/. 80,142.86
Abril	180	70	2.6	510	1,311	10	S/. 13,114.29
Mayo	530	70	7.6	510	3,861	10	S/. 38,614.29
Junio	540	70	7.7	510	3,934	10	S/. 39,342.86
Julio	180	70	2.6	510	1,311	10	S/. 13,114.29
Agosto	1160	70	16.6	510	8,451	10	S/. 84,514.29
Setiembre	1180	70	16.9	510	8,597	10	S/. 85,971.43
Octubre	1920	70	27.4	510	13,989	10	S/. 139,885.71
Noviembre	120	70	1.7	510	874	10	S/. 8,742.86
Diciembre	880	70	12.6	510	6,411	10	S/. 64,114.29
TOTALES	9400	70	134.29	510	68,486	10	S/. 684,857.14

Fuente: Elaboración propia

c. Aplicación de la metodología RCM

La propuesta de mejora se enfoca en implementar la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), para aumentar la disponibilidad de los equipos de la línea de producción de chantilly de la empresa en estudio y aumentar sus ingresos económicos.

- Etapa 1: Control de la documentación

Formación del equipo de trabajo: El equipo de trabajo para la implementación RCM está conformado por el jefe de mantenimiento, supervisor de producción, operadores de los equipos y técnicos de mantenimiento. Asimismo, todos los integrantes de los equipos deben participar en todo el proceso para asegurar el éxito de la propuesta de

mejora. En la siguiente figura se muestra los integrantes que conforman equipo de trabajo para la implementación de RCM.

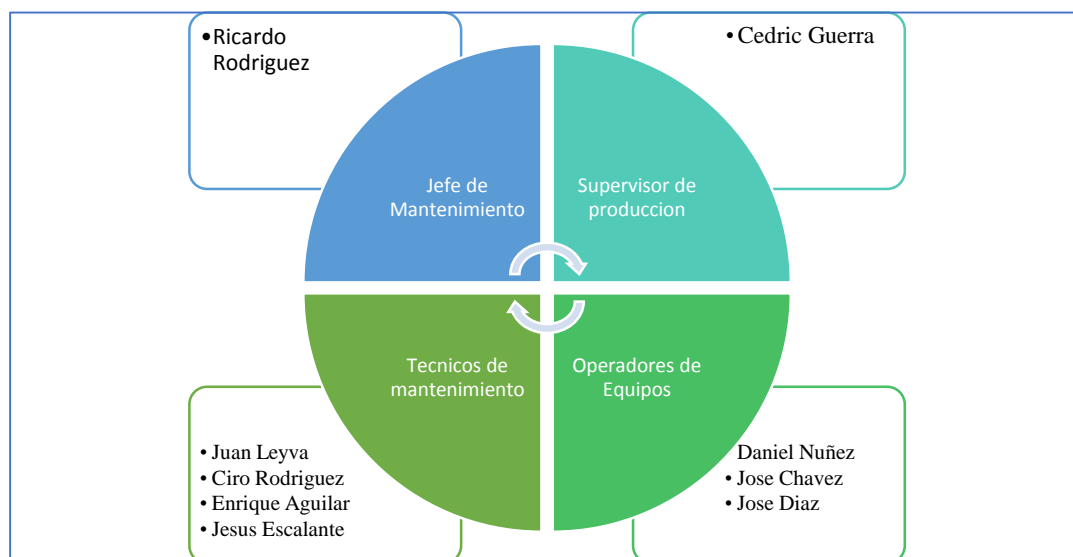


Figura N° 10: Formación de equipo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Equipos para su análisis: Según el grafico de Pareto realizado nos indicó que los equipos que se serán primordiales para conseguir el objetivo de la propuesta de mejora. Estos equipos fueron los siguientes: Homogeneizador, bomba de crema, embolsadora, Sistema de frio. Por ello es necesario elaborar fichas técnicas de cada uno de los equipos.

En la ficha técnica de los equipos contarán datos como dimensiones, peso, procedencia, marca y características técnicas.

Tabla N° 7: Ficha técnica de embolsadora de crema

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS		MAQUINA
			Bomba centrifuga
			CODIGO
			A1-BMB-8
Descripcion: La bomba abastece de crema al proceso de Pasteurización y homogenización.			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			Foto del equipo 
Ubicación	Area de Cremas		
Marca	Alfa Laval		
Modelo	CP-100		
Año de Fabricacion	2010		
Pais de origen	Suecia		
Proveedor	Global Procesing		
Peso	140 Kg		
Voltaje	220/440 voltios		
Potencia	1.5 HP		
Dimension	0.30 x 0.40 x 0.30m		
Frecuencia	3000 - 3600 RPM		
Componentes criticos	Oring		
	Sello Mecanico		

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

Tabla N° 8: Ficha técnica de bomba centrifuga

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS		MAQUINA
			Embolsadora de crema
			CODIGO
			A1-EMB-9
Descripcion: La maquina embolsadora de crema transforma la bobina de plastico en bolsas según la necesidad que se requiera. Es un proceso muy importante dentro de la duracion de crema en el mercado, su sellado va a garantizar hermetismo para evitar derrames en el transcurso de la comercializacion			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			Foto del equipo 
Ubicación	Area de Cremas		
Marca	SUMA		
Modelo	Vertical		
Año de Fabricacion	2008		
Pais de origen	Brasil		
Proveedor	SUMAPACK		
Peso	1100 Kg		
Voltaje	220 voltios		
Potencia	1000 w.		
Altura	1.62 m		
Capacidad	1000 bolsas / hora		
Componentes criticos	Teflon		
	Resistencia		

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

Tabla N° 9: Ficha técnica de compresor

		FICHA TECNICA DE EQUIPOS		MAQUINA	
				Homogeneizador	
				CODIGO	
				A1-HMG-7	
<p>Descripción: Este equipo cumple la función de disminuir el tamaño de los globulos grasos de la crema vegetal, por el movimiento de la crema en la bolsa, esto se logra con ayuda de tres pistones que realizan el impulso a travez de orificios muy pequeños .</p>					
ESPECIFICACIONES TECNICAS				Foto del equipo	
Ubicación		Area de Cremas			
Marca		Alitec			
Modelo		SRH 600-30			
Año de Fabricacion		2000			
Pais de origen		Peru			
Proveedor		Global Processing			
Peso		3500 Kg			
Voltaje		220 voltios			
Potencia		7.5 HP			
Altura		1.05 m			
Capacidad		1000 bolsas de litro / hora			
Componentes criticos		Chevron			
		Oring			

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

Tabla N° 10: Ficha técnica de homogeneizador

		FICHA TECNICA DE EQUIPOS		MAQUINA	
				Compresor	
				CODIGO	
				A1-CMP-8	
<p>Descripción: El compresor de 10 HP, esta compuesto por un serpentín de tubería de cobre que contiene un gas refrigerante, el cual permite en un ciclo de compresion/ descompresion para producir una transferencia de calor entre fluidos .</p>					
ESPECIFICACIONES TECNICAS				Foto del equipo	
Ubicación		Area de Cremas			
Marca		DORIN			
Modelo		C100JCS			
Año de Fabricacion		2010			
Pais de origen		Italia			
Proveedor		ctfperu			
Peso		150 Kg			
Voltaje		220/360 voltios			
Potencia		10HP			
Dimension		0.80 x 1.00 x 0.80m			
Frecuencia		1750 RPM			
Componentes criticos		Radiador			
		Comdensador			

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

- Etapa 2: Análisis de modo y efecto de falla

Con la documentación recolectada y priorización de elementos el equipo de trabajo, se desarrolla el análisis de modos de falla y efecto de falla, basado en un buen diseño de instructivos y experiencia de operadores y técnicos de mantenimiento. En la tabla se muestra el AMEF de los equipos de la línea de producción de crema vegetal.

La criticidad de los modos de falla se evaluó bajo los niveles de frecuencia de ocurrencia, grado de control o detección y nivel de severidad de falla, a estos se le dieron un puntaje de 1 a 10 puntos (ver anexos 4, 5 y 6).


De acuerdo al puntaje generado obtenemos el estado y tipo de mantenimiento a ejecutar por cada modo de falla, en la tabla se aprecia el tipo de mantenimiento a ejecutar de acuerdo a la ponderación obtenida.

Tabla N° 11: Tabla de tipos de mantenimiento según el nivel de criticidad.

Estado	Ponderación	Actividad de Mantenimiento	Codificación
Critico	25 a 30	Tarea de Mantenimiento Predictivo / Preventivo	
Esencial	19 a 24	Tarea de Mantenimiento Preventivo	
Necesario	12 a 18	Tarea de Mantenimiento Preventivo / Correctivo	
Opcional	2 a 11	Tarea de Mantenimiento Correctivo o ningun mantenimiento	

Fuente: “*The Basics of FMEA*” *Quality Resources*, New York, USA – 1996. Pág.37

Tabla N° 12: Tabla de Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)

		ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS Departamento de Mantenimiento			CODIGO: CE-AMEF-001 FECHA: 30/08/2020 AREA: CREAMAS			
					Evaluación			
Items	Equipos	Modo de Falla	Efecto de Falla	Consecuencias	Nivel de Ocurrencia	Nivel de Detección	Nivel de Severidad	Puntaje
1	HOMOGENIZADOR	Desgaste o Rotura de chevron	Oscilación de la presión	Baja disponibilidad de la línea de producción	9	8	8	25
		Deformación de los seguros del pasador de las bielas	Trabajo mecánico inestable	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	6	6	18
		Deformación y rotura del oring	Fuga de Aceite fuera del bloque	Baja disponibilidad de la línea de producción	7	8	6	21
		No se cambió el aceite	Desgaste de los componentes metálicos del homogeneizador	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	6	8	20
		Desgaste excesivo de la cadena de transmisión	Rotura de la cadena	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	6	8	20
		Falta de lubricación de la cadena de transmisión	Estiramiento o deformación de la cadena	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	8	8	22
		Vibración durante el funcionamiento	Desajuste de tuercas de rodamientos y bielas	Baja disponibilidad de la línea de producción	7	8	8	23
2	BOMBA DE CREMA	El sello mecánico presenta una fuga	Perdida del producto	Baja disponibilidad de la línea de producción	8	8	8	24
		Rotura de orings	El impulsor roza con la base de la bomba	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	6	8	20
		Falta de grasa en los rodamientos	Resequedad de rodamientos	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	7	6	19
3	ENVASADORA	Falta purgar del compresor	Obstrucción de los pistones neumáticos	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	6	7	19
		Desgaste del teflón por exceso de calor	Mal sellado de los envases de cremas	Baja disponibilidad de la línea de producción	8	7	7	22
		Exceso de humedad en la resistencia	Mal sellado de los envases de cremas	Baja disponibilidad de la línea de producción	8	7	7	22
4	SISTEMA DE FRIO	Serpentín enfriador obstruido	Radiador tapado, ruido y vibración	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	7	6	19
		Roturas o fugas en el sistema	Perdida del gas refrigerante	Baja disponibilidad de la línea de producción	8	7	8	23
		Valvula de expansion obstruida	No circula el refrigerante	Baja disponibilidad de la línea de producción	8	6	6	20
		Exposicion a la polvo	Ventilador Obstruido, No gira	Baja disponibilidad de la línea de producción	5	6	7	18
		Falto de niveles de aceite del motor	Recalentamiento del motor	Baja disponibilidad de la línea de producción	5	5	7	17
5	INTERCAMBIADOR DE PLACAS	Combinacion de fluidos	Productos defectuoso	Baja disponibilidad de la línea de producción	6	6	7	19
		Roturas o fugas en los empalmes del sistema	Perdida de producto o líquido refrigerante en el sistema	Baja disponibilidad de la línea de producción	8	6	7	21
		Temperaturas alcanzadas fuera de los parametros	La crema no cumple el proceso de pasteurización	Baja disponibilidad de la línea de producción	8	6	7	21
REALIZADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:				

Fuente: Elaboración propia.

d. Desarrollo del Plan de Mantenimiento

- Selección de las tareas a realizar

A partir del AMEF, se estudia y determina las tareas que se debe realizar para evitar o minimizar los efectos de cada uno de los modos de falla, así como el tipo de mantenimiento a ejecutar para cada modo de falla de los equipos críticos de la línea de producción de chantilly.


A si mismo determinamos a partir de cada una de las fallas funcionales mostradas los materiales o repuestos que se deben considerar en el desarrollo de las actividades de mantenimiento. Estos materiales o repuestos serán almacenados mientras se espera realizar el mantenimiento, para garantizará el cumplimiento en las fechas establecidas. A continuación, se muestra una lista de repuestos necesarios.

Tabla N° 13: Suministros

Suministro	Cantidad
A. Chevron \varnothing 20 mm x \varnothing 35 mm x 22 mm	36
B. Seguro de bielas	6
C. Oring 1 \varnothing 25 mm x \varnothing 20.5 mm x 3.5 mm / Oring 2 \varnothing 42 mm x \varnothing 32 mm x 2.5 mm	144
D. Aceite Vistoni 25w50	6
E. Cadena de transmision destandas de 2 hileras y 33 enlaces	1
F. Grasa Fina Multiuso Vistoni	6
G. Kit de sellos alfa laval	1
H. Cinta Teflon	1
I. Resistencia	60
J. Refrigerante R-22 x 30 lb	1
K. Empaques para intercambiadores	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: Plan de Mantenimiento para el área de producción de chantilly.

		PLAN DE MANTENIMIENTO								CODIGO: CE-PMITTO-001	
		Departamento de Mantenimiento								FECHA: 30/08/2020	
		Departamento de Mantenimiento								AREA: CREMAS	
Item	MAQUINA	Modo de Falla	Evaluación				Tipo de Mantenimiento	Descripción de Tarea	Frecuencia	Material	Responsable de la Tarea
			Nivel de Ocurrencia	Nivel de Detección	Nivel de Severidad	Puntaje					
1	HOMOGENIZADOR	Desgaste o Rotura de chevron	9	8	8	25	Mantenimiento Preventivo	Verificar el estado del chevron	Semanal	Chevron Ø 20 mm x Ø 35 mm x 22 mm	Jesus Escalante/ Juan Leyva
		Deformación de los seguros del pasador de las bielas	6	6	6	18	Mantenimiento Preventivo/ correctivo	Verificación del estado de los seguros del pasador	Trimestral	Seguro de bielas	Jesus Escalante/ Juan Leyva
		Deformación y rotura del oring	7	8	6	21	Mantenimiento Preventivo	Cambio de los oring de cada uno de los pistones	Semanal	Oring 1 Ø 25 mm x Ø 20.5 mm x 3.5 mm / Oring 2 Ø 42 mm x Ø 32 mm x 2.5 mm	Jesus Escalante/ Juan Leyva
		No se cambió el aceite	6	6	8	20	Mantenimiento Preventivo	Cambio de aceite	Semanal	Aceite Vistoni 25w50	Jesus Escalante/ Juan Leyva
		Desgaste excesivo de la cadena de transmisión	6	6	8	20	Mantenimiento Preventivo	Cambio de la cadena de transmisión	Anual	Cadena de transmisión destandas de 2 hileras y 33 enlaces	Jesus Escalante/ Juan Leyva
		Falta de lubricación de la cadena de transmisión	6	8	8	22	Mantenimiento Preventivo	Verificar la Lubricación de la cadena	Diario	Grasa Fina Multiuso Vistoni	Jesus Escalante/ Juan Leyva
		Vibración durante el funcionamiento	7	8	8	23	Mantenimiento Preventivo	Ajuste de tuercas y pernos de todo el sistema	Semanal	-	Jesus Escalante/ Juan Leyva
2	BOMBA DE CREMA	El sello mecánico presenta una fuga	8	8	8	24	Mantenimiento Preventivo	Verificar si existe fuga de producto	Diario	-	Ciro Rodriguez
		Rotura de orings	6	6	8	20	Mantenimiento Preventivo	Cambiar orings y sello mecánico	Trimestral	Kit de sellos alfa laval	Ciro Rodriguez / Jesus Escalante
		Falta de grasa en los rodamientos	6	7	6	19	Mantenimiento Preventivo/ correctivo	Demontar la bomba centrífuga	Trimestral	Grasa Fina Multiuso Vistoni	Ciro Rodriguez / Jesus Escalante

3	ENVASADORA	Falta purgar del compresor	6	6	7	19	Mantenimiento Preventivo/ correctivo	Abrir la llave de purga del compresor	Diario	-	Operador de maquina de turno	
		Desgaste del teflón por exceso de calor	8	7	7	22	Mantenimiento Preventivo	Cambio del teflon	Mensual	Cinta Teflon	Operador de maquina de turno	
		Exceso de humedad en la resistencia	8	7	7	22	Mantenimiento Preventivo	Cambio de la resistencia	Mensual	Resistencia	Operador de maquina de turno	
4	SISTEMA DE FRIO	Serpentín enfriador obstruido	6	7	6	19	Mantenimiento Preventivo	Limpieza del radiador	Trimestral		Juan Leyva	
		Roturas o fugas en el sistema	8	7	8	23	Mantenimiento Preventivo	Verificar fugas en las tuercas del sistema	Diario	Refrigerante R-22 x 30 lb	Juan Leyva	
		Valvula de expansion obstruida	8	6	6	20	Mantenimiento Preventivo	Realizar un barrido del sistema	Semestral	-	Juan Leyva	
		Exposicion a la polvo	5	6	7	18	Mantenimiento Preventivo/ correctivo	Limpieza y pintura del ventilador	Anual	-	Ciro Rodriguez / Enrique Aguilar	
		Falto de niveles de aceite del motor	5	5	7	17	Mantenimiento Preventivo	Cambiar el aceite del motor	Anual	Aceite Vistoni 25w50	Ciro Rodriguez / Enrique Aguilar	
5	INTERCAMBIADOR DE PLACAS	Combinación de fluidos	6	6	7	19	Mantenimiento Preventivo/ correctivo	Verificar estado de empaques, cambiar de ser necesario	Semanal	Empaques para intercambiadores	Ciro Rodriguez/Enrique Aguilar	
		Roturas o fugas en los empalmes del sistema	8	6	7	21	Mantenimiento Preventivo	Verificar fugas en los uniones de las tuberias	Diario	Cinta Teflon	Ciro Rodriguez/Enrique Aguilar	
		Temperaturas alcanzadas fuera de los parámetros	8	6	7	21	Mantenimiento Preventivo	Limpieza de placas	Semanal	Resistencia	Ciro Rodriguez/Enrique Aguilar	
REALIZADO POR:			REVISADO POR:					APROBADO POR:				

Fuente: Elaboración propia

- Número de prioridad de riesgo

A continuación, mostraremos una recopilación de las fallas que presentan los equipos de la línea de producción de crema vegetal. Una vez identificado con qué tipo de mantenimiento se contrarrestará cada modo de falla. Es necesario identificar cuantas de estas fallas son indeseables y se tiene que eliminar para mejorar nuestra disponibilidad. Para determinar los valores del número de prioridad de riesgo (NPR) y ser considerada como inaceptable, reducible y aceptable. Se debe tener el siguiente puntaje:

Tabla N° 15: Niveles de aceptación

PUNTAJE	CONSIDERACION
NPR>=200	Inaceptable
200>NPR>125	Reducible
125>=NPR	Aceptable

Fuente: Elaboración propia

En relación al análisis y teniendo como ayuda las tablas de índice de riesgo, los cuales nos detallan el valor que se le debe asignar en relación a la gravedad, ocurrencia y detección. (Ver Anexo 7, 8 y 9). Obtenemos como resultado la siguiente tabla:

Tabla N° 16: Análisis del número de prioridad de riesgo.

ITEM	DESCRIPCION DE LA FALLA	OCURRENCIA	GRAVEDAD	DETECCION	NPR
1	Desgaste o Rotura de chevron	9	8	4	288
2	Deformacion de los seguros del pasador de las vielas	5	7	4	140
3	Deformacion y rotura del oring	9	8	4	288
4	Desgaste de los componentes metalicos del homogeinizador	5	8	3	120
5	Desgaste excesivo de la cadena de transmision por exceso de horas de trabajo	4	8	4	128
6	Estiramiento o deformacion de la cadena por falta de lubricacion	6	8	5	240
7	Desajuste de tuercas de rodamientos y bielas por vibracion	8	3	3	72
8	Rajadura o rotura del sello mecánico	6	8	6	288
9	Desgaste de la base e la bomba por el impulsor	5	7	7	245
10	Resequedad de rodamientos	6	7	7	294
11	Obstucion de los pistones neumaticos	6	7	5	210
12	Desgaste del teflon por exceso de calor	8	8	4	256
13	Exceso de humedad en la resistencia	8	8	4	256
14	Serpentin enfriador obstruido	6	8	6	288
15	Roturas o fugas en el sistema de enfriamiento	6	8	5	240
16	Valvula de expansion obstruida	5	8	6	240
17	Ventilador Obstruido y no gira por exceso de suciedad	4	7	4	112
18	Recalentamiento del motor del compresor por falta de lubricacion	5	7	3	105
19	Rajadura o rotura de los empaques del intercambiador de calor	9	8	4	288
20	Roturas o fugas en los empalmes del sistema	9	7	4	252
21	Temperaturas elevadas > 6 °C por obstruccion de las placas	9	7	4	252

Fuente: Elaboración propia

De la siguiente tabla podemos concluir que la gran mayoría de fallas son inaceptables y son estas las que se deben eliminar para mejorar nuestro sistema de gestión de mantenimiento. Para una mejor distinción se elabora el siguiente gráfico:

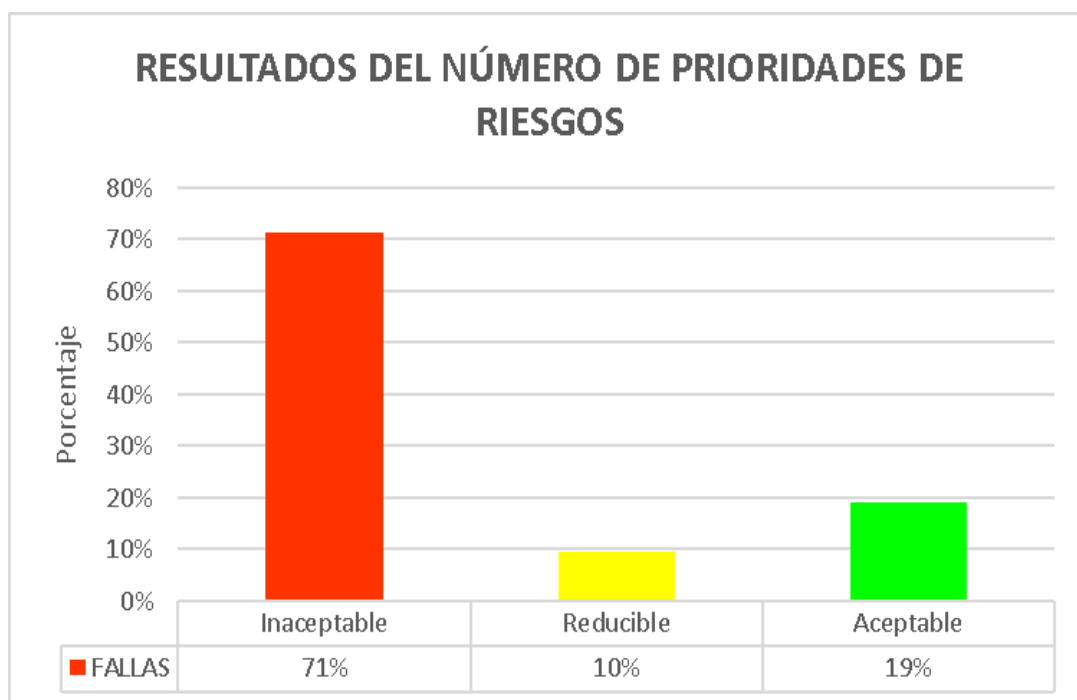


Figura N° 11: Resultados del número de prioridades de riesgos

Fuente: Elaboración propia

Finalmente podemos afirmar que 4 fallas son aceptables que representan el 19% del total, 2 fallas son reducibles que representan el 10 % del total y 15 son fallas son indeseables, que con un adecuado plan de mantenimiento se eliminarán, teniendo como resultado la reducción del 71 % de las fallas.

e. Procedimiento de las tareas de mantenimiento

Como resultado del análisis de los equipos que presentan mayor número de fallas se obtuvo un listado de las actividades de mantenimiento más comunes, las cuales serán realizadas en planta por el personal de mantenimiento, siempre que exista un stock de repuesto y un manual de los procedimientos a realiza. Estos procedimientos deberán estar impresos y estar en un lugar accesible para cualquier consulta. (Colque Machaca, 2016)

Los manuales de procedimientos nos indicaran la relación de tareas a realizar, así como el tiempo que nos demandara cada una de ellas y también los equipos de protección personal a utilizar en el proceso de mantenimiento.



Figura N° 12: Procedimiento de Mantenimiento

Fuente: Corporación Excellent S.A.C.

- Limpieza del Bloque del Homogeneizador


		MANUAL DE PROCEDIMIENTO		MAQUINA
				Homogeneizador
				CODIGO
				A1-HMG-7
Procedimiento: Limpieza del Bloque del Homogeneizador				
Area	Cremas	# Operarios Necesarios	1	
Equipos de proteccion personal	<ul style="list-style-type: none"> * Casco de Seguridad * Zapatos industrial punta de acero * Guantes de cuero 	<ul style="list-style-type: none"> * Guardapolvo * Toca descartable * Lentes de seguridad 		
N°	ACTIVIDAD			DURACION
1	Apagar el Homogenizador			
2	Descargar todo el aceite de la caja del Homogenizador			5 min
3	Desmontar bloque del homogenizador			13 min
4	Quitar tapas de Nylon, Castilla, Resorte , Bola de acero			3 min
5	Quitar asientos			7 min
6	Quitar Castilla, Resorte , Bola de acero			3 min
7	Quitar asientos			7 min
8	Lavar el bloque del homogenizador			12 min
9	Lavar los componentes del Homogenizador			80 min
10	Colocar los componentes			30 min
	10.1 Colocar los asientos (realizando unos fuertes golpes)			
	10.2 Colocar bolita de acero			
	10.3 Colocar Resorte			
	10.4 Colocar canastilla			
	10.5 Colocar los asientos (realizando unos fuertes golpes)			
	10.6 Colocar bolita de acero			
	10.7 Colocar Resorte			
	10.8 Colocar canastilla			
11	Armar el bloque del homogenizador			30 min
Aprobado por:		Revisado por:		

Figura N° 13: Manual de limpieza para el bloque del homogeneizador.

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

- Cambio de sello mecánico de bomba


		MANUAL DE PROCEDIMIENTO		MAQUINA	
				Bomba de Crema	
				CODIGO	
				A1-BMB-7	
Procedimiento: Cambio de sello mecanico de bomba					
Area		Cremas		# Operarios Necesarios	
				1	
Equipos de proteccion personal		* Casco de Seguridad		* Guardapolvo	
		* Zapatos industrial punta de acero		* Toca descartable	
		* Guantes de cuero		* Lentes de seguridad	
N°	ACTIVIDAD				DURACION
1	Apagar el motor				-
2	Cerrar la valvula de succion				5 min
3	Desacoplar los accesorios necesarios para retirar el porta sello				30 min
4	Retirar porta sellos, limpiarlo, cambiar sello mecanico y montar el porta sello				5 min
5	Limpiar el eje de la bomba				10 min
6	Acoplar los accesorios adicionales				5 min
7	Cebiar bomba				5 min
8	Abrir valvulas de succion y descarga				2 min
9	Encender la bomba				-
10	Verificar el estado de la reparacion				-
Aprobado por:		Revisado por:			

Figura N° 14: Manual de cambio de sello mecánico de bomba.

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

- Carga de refrigerante del sistema de frio

		MANUAL DE PROCEDIMIENTO		MAQUINA	
				Sistema de frio	
				CODIGO	
				A1-SFR-7	
Procedimiento: Carga de Refrigerante					
Area		Cremas		# Operarios Necesarios	
				2	
Equipos de proteccion personal		* Casco de Seguridad * Zapatos industrial punta de acero * Guantes de cuero		* Guardapolvo * Toca descartable * Lentes de seguridad	
N°	ACTIVIDAD				DURACION
1	Apagar el equipo				-
2	Inspeccionar visualmente la unidad para detectar componentes sueltos o dañados, así como fugas de refrigerante				5 min
3	Barrido de refrigerante				15 min
	3.1 Instalar a la entrada del tubo capilar una manguera con una valvula de corte				
	3.2 Conectar el manometro de alta a la salida de la linea de succion con la manguera				
	3.3 Abrir lentamente la valvula del manometro de alta				
	3.4 Asegurar que el nitrógeno que esta saliendo no presente contaminantes				
4	Carga de refrigerante				15 min
	4.1. Identificar linea de baja presion, alta presion y conectar al manometro				
	4.2. Conectar la manguera al balon refrigerante y verificar acoples				
	4.3. Verificar el peso del contenido del balon del refrigerante				
	4.4. Abrir lentamente la llave de paso de nuestro manómetro de baja presión hasta que la presión de su interior se igual con la del balon.				
	4.5. Controlar en todo momento la cantidad de refrigerante que esta ingresando				
	4.6. Al finalizar cerrar la llave de paso de nuestro manometro de baja presion y desconectar mangueras				
5	Revisión y prueba de refrigerante				10 min
6	Limpieza de condensadores				10 min
7	Reapretar de tornillería en soportes de los motores ventiladores, así como de los compresores				30 min
8	Detalles de pintura al sistema si fuese necesario				-
Aprobado por:			Revisado por:		

Figura N° 16: Manual para la carga de refrigerante.

Fuente: Elaboración propia

f. Flujo de información de mantenimiento

Actualmente en la empresa se evidencia una falta de coordinación del personal de mantenimiento para cumplir con sus funciones que se le ha asignado por el jefe del departamento, en ocasiones inclusive se observa una escasa comunicación entre las jefaturas de producción y de mantenimiento, esto indica evidentemente la necesidad, esto es un indicador de que es necesario la elaboración de un flujo de procedimientos que permita un correcto desenvolvimiento de los trabajadores al realizar sus tareas.

Este diagrama de flujo será indispensable dentro de la empresa Corporación Excellent S.A.C. ya que consiste en la descripción de los pasos que hay que seguir ante la necesidad de realizar el mantenimiento a un equipo, esto permitirá establecer el grado de responsabilidad de cada una de las partes involucradas.

Por lo tanto, es necesario la elaboración de los siguientes formatos que al llenarlos servirán como evidencia de cada actividad realizada, ayudará a mejorar la comunicación entre el personal que participa en las operaciones y toda información recolectada se utilizará para analizar y mejorar los procesos realizados.

Los siguientes registros a llenar son:

- Requerimiento de Mantenimiento.
- Orden de trabajo.
- Parte de intervención.
- Registro de Mantenimiento.

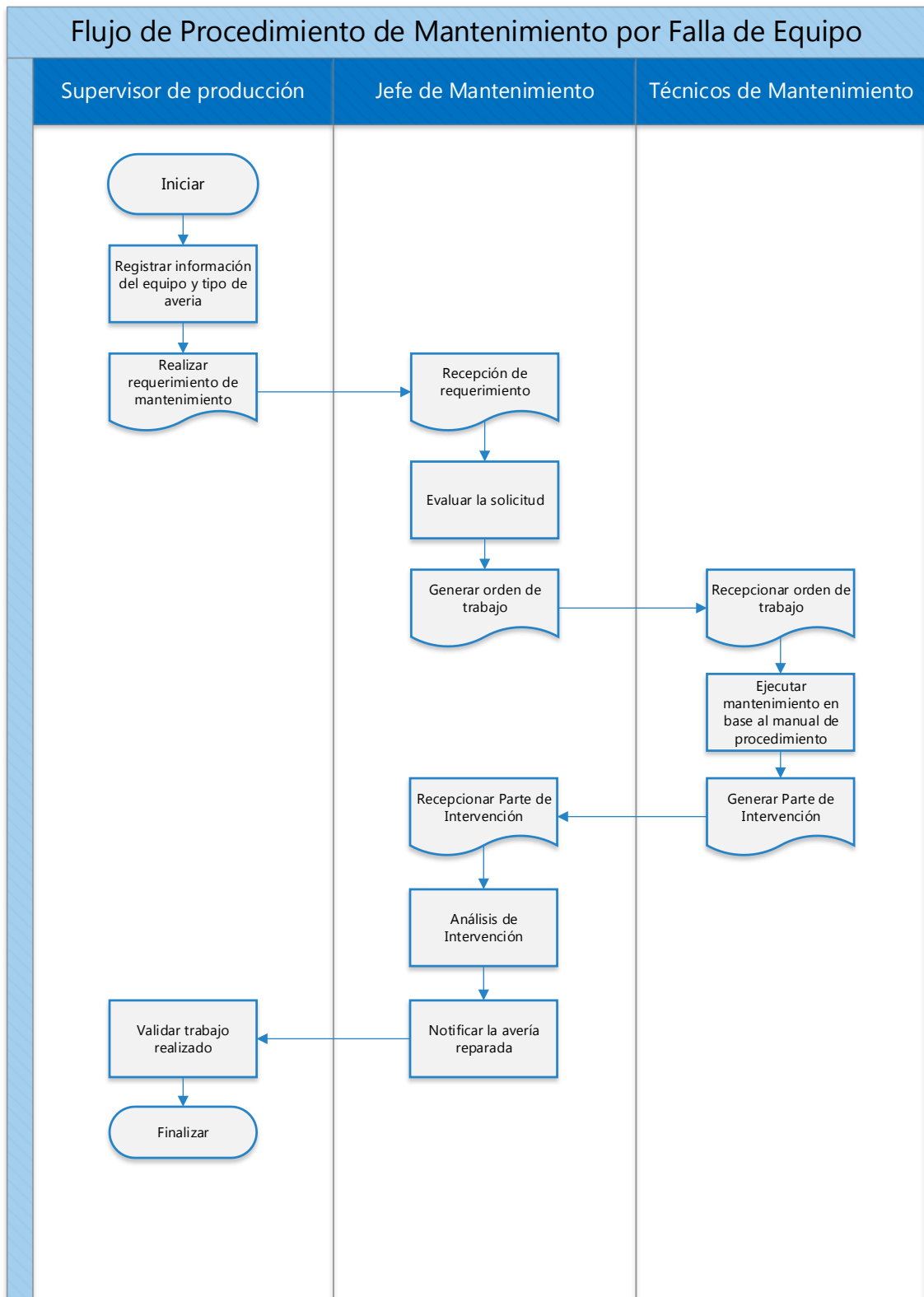


Figura N° 17: Flujo de procedimiento de mantenimiento por falla de equipo

Fuente: Elaboración propia

- Requerimiento de Mantenimiento.

En este proceso se realiza el registro de las peticiones de mantenimiento recibidas por el departamento de Producción, con el fin de llevar el control de las mismas y de proporcionar, si fuera necesario, datos de la anomalía detectada, en que área se ha detectado y con qué urgencia se necesita que sea atendidas en un determinado periodo. (Ver Anexo 10)

CORPORACION EXCELLENT S.A.C.	
	FECHA:
	HORA:
<u>SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE MANTENIMIENTO</u>	
Area :	
Solicitante:	
Maquinaria o Equipo:	
Descripcion del Requerimiento:	
<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 2px;"></div>	
RECEPCION DE SOLUCITUD	
Nombre:	
Cargo:	
Firma	
Prioridad:	<input type="button" value="Alta"/> <input type="button" value="Media"/> <input type="button" value="Baja"/>
Fecha de Subsancion	
Acciones tomadas y/o Recomendaciones	
<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div> Solicitante	<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div> Jefe de Mantenimiento

Figura N° 18: Formato de solicitud de requerimiento de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

- Orden de trabajo.

Mediante este documento el jefe de mantenimiento informa al técnico de mantenimiento sobre la tarea que tiene que realizar. En esta orden de trabajo se recogerán los datos más importantes de cada intervención y son la fuente más importante de datos de mantenimiento. (Ver anexo 11)



 		Orden de Trabajo		Codigo	CE-OT-001
				Fecha	15/09/2020
				Version	001
Orden de Intervención de Mantenimiento					
Solicitante		Nro. Orden de Trabajo			
Cargo					
Tipo de Trabajo		Fecha/Hora de Solicitud	Firma		
Mecanico					
Electrico					
Instrumentación		Equipo			
Hidraulico					
Sistemas Auxiliares					
Tipo de Mantenimiento		Prioridad		Baja	
Correctivo				Media	
Preventivo				Alta	
Responsable del mantenimiento					
N°	Descripción de la tarea			Tiempo estimado	N° de Trabajadores
1					
2					
3					
4					
5					
Medidas de seguridad					

Figura N° 19: Formato de orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

- Parte de intervención.

En este documento se registra la información recolectada por el técnico encargado de la reparación después de realizar el mantenimiento correctivo o preventivo. El técnico de mantenimiento tomara nota de las actividades que realizo y que tiempo se demoró en ejecutar cada una de ellas, las cuales deberán ser revisadas por el jefe de mantenimiento para su posterior evaluación.

 		PARTE DE INTERVENCIÓN			Codigo	CE-INT-001
					Fecha	15/09/2020
					Version	001
SOLICITUD DE INTERVENCIÓN						
Solicitante					Prioridad	Alta
Áreas	Jales		Molinos y Mezclas		Media	
	Cremas		Emulsificantes		Baja	
DESCRIPCIÓN DE ANOMALIA:						
RESUMEN DE LA INTERVENCIÓN						
Responsable de Intervencion					Inicio	Final
N°	Nombre de Operación			HH:MM	HH:MM	N° de Trabajadores
1						
2						
3						
4						
5						
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO REALIZADO:						
N°	Cantidad	Material		Comentario		
ANALISIS DE LA INTERVENCIÓN						
Grupo de trabajo						
AVERIA SUBSANADA		SI		NO		
ACTIVIDADES PENDIENTE:						
OCURRENCIAS:						

Elaborado por: _____

Validado por: _____

Figura N° 20: Formato de parte de intervención

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

Tabla N° 17: Programa de Mantenimiento

Item	Equipo o Unidad	Actividad	Frecuencia	Responsable	Especialidad	Semana Nro.																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
						31/08/2020	7/09/2020	14/09/2020	21/09/2020	28/09/2020	5/10/2020	12/10/2020	19/10/2020	26/10/2020	2/11/2020	9/11/2020	16/11/2020	23/11/2020	30/11/2020	7/12/2020	14/12/2020	21/12/2020	28/12/2020
1	Intercambiador de Calor	Inspección visual de fuga de agua fría	Diario	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2	Intercambiador de Calor	Limpiar las superficies de acero inoxidable	Semanal	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	PREDICTIVO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
3	Intercambiador de Calor	Inspección visual de fuga de Crema	Diario	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4	Intercambiador de Calor	Limpiar mediante la circulación de ácido	Semanal	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	HIDRAULICO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
5	Intercambiador de Calor	Realizar la prueba de presión para comprobar la estanquidad interna y externa	Mensual	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	HIDRAULICO				M				M				M				M		
6	Intercambiador de Calor	Revisar la empaquetadura de la válvula de reversión	Semanal	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	NEUMATICA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
7	Intercambiador de Calor	Verificar la alineación de las placas	Semanal	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	MECANICO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
8	Intercambiador de Calor	Verificar las variaciones de presión causadas por la bomba	Mensual	Ciro Rodriguez/ Jesus Escalante	HIDRAULICO				M				M				M				M		
9	Homogenizador	Verificación del estado de pasador de bielas	Trimestral	Jesus Escalante/ Juan leyva	MECANICO	T																	
10	Homogenizador	Verificación de vibraciones y ruidos extraños	Diario	Jesus Escalante/ Juan leyva	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
11	Homogenizador	Inspección del nivel de aceite	Diario	Jesus Escalante/ Juan leyva	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
12	Homogenizador	Ajustar completamente la máquina, debido al movimiento mecánico	Semanal	Jesus Escalante/ Juan leyva	MECANICO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
13	Homogenizador	Cambiar oring de cada uno de los pistones	Semanal	Jesus Escalante/ Juan leyva	MECANICO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
14	Homogenizador	Cambiar chevron	Semanal	Jesus Escalante/ Juan leyva	MECANICO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

31	Embolsadora	Purgar compresor que proporciona aire a los cilindros neumaticos	Diario	Operador de maquina	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
32	Embolsadora	Cambio de teflon	Mensual	Operador de maquina	PREDICTIVO				M				M				M				M		
33	Embolsadora	Cambio de Resistencia	Mensual	Operador de maquina	PREDICTIVO				M				M				M				M		
34	Caldero	Comprobación de presión de diesel en la bomba	Diario	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
35	Caldero	Comprobación de nivel de agua en el visor	Diario	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
36	Caldero	Detección de vibraciones o ruidos extraños	Diario	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
37	Caldero	Inpección visual de fugas de vapor	Diario	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
38	Caldero	Verificación de presión de trabajo	Semanal	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	HIDRAULICO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
39	Caldero	Comprobación de limpieza externa	Diario	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
40	Caldero	Entrar al caldero y limpiar el hollin de la parte interior	Mensual	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	MECANICO				M				M				M				M		
41	Caldero	Verificar todas las valvulas, verificar el goteo	Quincenal	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
42	Caldero	Desmontar y limpiar el conducto del quemador	Trimestral	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	HIDRAULICO	T																	
43	Caldero	Limpiar la superficie que este en contacto con el fuego y humo	Semanal	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
44	Caldero	Limpiar las fotoceldas	Semanal	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
45	Caldero	Limpiar los filtros de combustible	Quincenal	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	PREDICTIVO	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
46	Caldero	Revisar los tornillos de anclaje de los motores y bombas	Semanal	Enrique Aguilar/ Juan Leyva	MECANICO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Validación de Programa de Mantenimiento

El Programa de Mantenimiento propuesto se aplicó parcialmente ya que se seleccionaron la bomba de crema y el homogeneizador. El cumplimiento del programa y el resultado de esta, serán de garantía de que se cumplirá con las exceptivas deseos al aplicar el programa en su totalidad. A su vez tendremos el respaldo de cuatro profesionales que validaran su aplicación y el correcto funcionamiento de estas. Por lo tanto, respetando el cronograma propuesto, la aplicación iniciara el 31 de agosto y finalizara el 30 de noviembre del año 2020.

Para dar inicio, fue necesario dar una charla inductiva la personal de mantenimiento que nos ayudara con el cumplimiento del programa. Todos los servicios que realizados serán registrados según las fechas establecidas.

En el siguiente Registro de Mantenimiento podemos observar el día que se realizó el mantenimiento, cual fue le servicio o la actividad que se realizó, así como también quienes fueron los mecánicos que ejecutaron el mantenimiento y cuánto tiempo les demando. Finalmente se anotaron en el ítem de observaciones, sus comentarios o si existió alguna otra anomalía en el momento del mantenimiento programado.



Figura N° 22: Mantenimiento de la línea de Chantilly.

Fuente: Corporación Excellent



Figura N° 23: Mantenimiento de la línea de Chantilly.

Fuente: Corporación Excellent

Tabla N° 18: Registro de Mantenimiento

		REGISTRO DE MANTENIMIENTO				CODIGO: CE-RMTTO-001
		Departamento de Mantenimiento				FECHA: 30/09/2020
						AREA: Cremas
N°	Fecha	Servicio Realizado	Personal	Maquina	Tiempo	Observaciones
1	31/08/2020	Verificar estado de pasador de Bielias	Jesús Escalante / Juan Leyva	Homogeneizador	5 min	Pasadores en buen estado
2	31/08/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Jesús Escalante	Homogeneizador	5 min	No existe ruido extraño
3	31/08/2020	Inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Se añadió 1/4 de aceite
4	31/08/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Se ajusto las tuercas de la base del homogeneizador
5	31/08/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Chevron con desgaste normal
6	31/08/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	La bomba se encuentra funcionando correctamente
7	2/09/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No se aprecia fuga de crema
8	2/09/2020	Verifico el estado del sello mecánico	Ciro Rodríguez/ Jesús Escalante	Bomba de crema	60 min	No se cambio ya que se encontraba en buen estado
9	2/09/2020	Engrase de la bomba	Ciro Rodríguez/ Jesús Escalante	Bomba de crema	30 min	La bomba se encontraba bien lubricada
10	7/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No se detecto ruido extraño
11	7/09/2020	Inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Se añadió 1/4 de aceite. Fuga por el oring desgastado
12	7/09/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Todas las tuercas están ajustadas
13	8/09/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
14	8/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se detecto ruido extraño
15	9/09/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No se detecto fuga
16	14/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No se detecto ningún sonido extraño
17	14/09/2020	Inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Cambio total de aceite del equipo
18	14/09/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Se ajusto las tuercas de la base del homogeneizador
19	15/09/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Cambio de chevron y oring
20	15/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se perciben ruidos extraños
21	15/09/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	10 min	Existe una fuga mínima en una conexión. Procede al ajuste de la tubería
22	21/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No se percibe ruidos extraños
23	21/09/2020	Inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Se cambio el aceite del homogeneizador
24	21/09/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Todos ajustados
25	22/09/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
26	22/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se perciben sonidos
27	22/09/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No hay fugas
28	28/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	Los sonidos son normales
29	28/09/2020	Inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	El aceite se encuentra dentro de los niveles
30	28/09/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Se ajusto las tuercas del bloque
31	29/09/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
32	29/09/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se presenta ningún sonido anormal
33	29/09/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No existe fuga de crema
34	5/10/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	Sonidos Normales
35	5/10/2020	Inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Se añade 1/8 de aceite para llegar a los niveles. Por fugas en la tapa del bloque
36	5/10/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Se cambiar 3 tornillos de la tapa del bloque. Se desgastaron las tuercas
37	6/10/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
38	6/10/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	Los sonidos son normales
39	6/10/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No existe fuga de crema
40	12/10/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No se perciben ruidos extraños
41	12/10/2020	Inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	El aceite da indicadores de cambio.
42	12/10/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Todas las tuercas en correcto estado
43	13/10/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
44	13/10/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se presenta ningún sonido anormal
45	13/10/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No se aprecian fugas
46	19/10/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No se perciben ruidos

**REGISTRO DE MANTENIMIENTO**

CODIGO: CE-RMTTO-001

FECHA: 30/09/2020

AREA: Cremas

Departamento de Mantenimiento

N°	Fecha	Servicio Realizado	Personal	Maquina	Tiempo	Observaciones
47	19/10/2020	inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Cambio total de aceite del equipo
48	19/10/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Tornillos ajustados
49	20/10/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
50	20/10/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se presenta ningún sonido anormal
51	20/10/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	Se detecta pérdida de crema
52	26/10/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No se perciben ruidos
53	26/10/2020	inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Nivel de aceite dentro de los limites
54	26/10/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Tuercas ajustadas
55	27/10/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
56	27/10/2020	Verificar ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se presenta ningún sonido anormal
57	27/10/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	Se detecta incremento de pérdida de crema
58	2/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No se perciben ruidos
59	2/11/2020	inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Nivel de aceite dentro de los limites
60	2/11/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Tuercas ajustadas
61	2/11/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
62	2/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se perciben ruidos
63	4/11/2020	Se cambio sello Mecánico	Juan Leyva	Bomba de crema	60 min	Se coloco sello y oring del kit alfa Laval. Engrase del equipo
64	4/11/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	15 min	Se Provo el correcto funcionamiento
65	9/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	Ninguna anomalía
66	9/11/2020	inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	10 min	Se percibe un ligero cambio de color del aceite. Se programa para el próximo cambio de aceite
67	9/11/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Se ajustaron las tuercas de la base
68	11/11/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
69	11/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No hay fugas
70	11/11/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No se parecían fugas
71	16/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	Se detectan ruidos. Posible exceso de fricción
72	16/11/2020	inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	30 min	Se cambio el aceite
73	16/11/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Se ajustaron tuercas
74	16/11/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Chevron muy desgastado por deformación de los pistones. Es necesario cambiar los pistones en el próximo mantenimiento
75	17/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No presentan ningún ruido
76	18/11/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No se evidencia fuga
77	23/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Ciro Rodríguez	Homogeneizador	5 min	No presentan ningún ruido
78	23/11/2020	inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	El nivel de acate estaba dentro de los limites
79	24/11/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	Tornillos ajustados
80	24/11/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	120 min	Se cambio los pistones del homogeneizador
81	25/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No existe ruido extraño
82	25/11/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	5 min	No se detectaron fugas
83	30/11/2020	Verificar estado de pasador de Bielas	Jesús Escalante / Juan Leyva	Homogeneizador	60 min	Se cambiaron pasadores de bielas
84	30/11/2020	Verificar ruido o ruidos extraños del homogeneizador	Jesús Escalante	Homogeneizador	5 min	No se perciben ruidos
85	1/12/2020	Cambio de pistones	Juan Leyva	Homogeneizador	60 min	Se desmonto la caja del homogeneizador.
86	1/12/2020	inspección de nivel de aceite	Juan Leyva	Homogeneizador	20 min	Acete dentro de los nivel
87	2/12/2020	Ajustar tornillos o tuercas sueltas del equipo	Jesús Escalante	Homogeneizador	15 min	El nivel de aceite se encontraba dentro de los niveles
88	3/12/2020	Cambio de oring y chevron	Jesús Escalante	Homogeneizador	60 min	Se cambio Los oring y chevron. Desgaste normal
89	3/12/2020	Verificar ruido o ruidos extraño de la bomba de crema	Jesús Escalante	Bomba de crema	5 min	No se perciben ruidos
90	3/12/2020	Detección de fuga de crema	Ciro Rodríguez	Bomba de crema	15 min	No se observaron fugas. Se hizo limpieza externa e interna
91	4/12/2020	Cambio de sello mecánico	Ciro Rodríguez/ Jesús Escalante	Bomba de crema	60 min	Se reprograma el cambio de sello porque se encontraba en buen estado
92	4/12/2020	Engrase de la bomba	Ciro Rodríguez/ Jesús Escalante	Bomba de crema	30 min	Lubricación de la bomba

Fuente: Elaboración propia con autorización de la empresa Excellent

Al finalizar de la aplicación del programa de mantenimiento del homogeneizador y la bomba de crema durante 3 meses, se tiene como resultado que la línea de producción de chantilly no registro alguna parada causa de fallas del homogeneizador y la bomba de crema. Esto permite concluir que gracias al mantenimiento preventivo que realizo, cumpliendo con las fechas establecidas en el programa de mantenimiento la línea de producción de crema vegetal tipo chantilly tuvo una disponibilidad del 100 % ya que no interfirió en las necesidades de producción.

Esta aplicación ha sido corroborada, validada y apoyada por los expertos en el tema de investigación.

5.1.6. Evaluación Económica Financiera

a. Evaluación Económica Financiera de la Propuesta.

Mediante la evaluación económica determinamos los ingresos y egresos que incurrimos al realizar la propuesta del proyecto, luego desarrollamos el flujo de caja con la finalidad de demostrar si el proyecto es viable económicamente.

- Ingresos

Los ingresos correspondientes pertenecen a las ganancias que la empresa Corporación Excellent Mass Cream podrá obtener si incrementamos la disponibilidad de la línea de producción a 98% de Disponibilidad, esto viene como consecuencia de un plan de mantenimiento que programa los mantenimientos a fin de reducir las paradas de máquina y los mantenimientos correctivos.

Tabla N° 19: Determinación de tiempo de parada de la propuesta de mejora.

Disponibilidad (%)	Tiempo de Producción (Hrs)	Tiempo de Parada (Tiempo de Producción / Disponibilidad) - Tiempo de Producción
99.09%	4,976	45.77

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula que apartir del 98% de Disponibilidad con un Tiempo de Producción Promedio de 4,976 horas de trabajo, se necesitará como máximo un tope de 101.55 Horas por Parada de Máquina, para así cumplir con la meta trazada del 98% disponibilidad de la línea de producción de chantilly.

La situación Actual respecto a la Propuesta se ven reflejadas en la reducción de ventas perdidas del año pasado, con ventas perdidas actuales de S/.684,857.14, la situación propuesta con ventas perdidas del S/. 443,923.03 Soles y por consecuencia de una diferencia nos muestra un ahorro en S/.240,934.11 para el año previsto de la propuesta en la línea de producción de chantilly.

Tabla N° 20: Ingresos de la propuesta de mejora.

Situación	Disponibilidad (%)	Capacidad (Hrs /Lote)	Tiempo de Parada (Hrs)	Tamaño de Lote (Unidades)	Cantidad No Producida (Unidades)	Precio de Venta (Soles/Ton)	Ventas Perdidas (Soles)
Actual	96.85%	1.17	156.67	510	68,486	S/10.00	S/684,857.14
Propuesta	99.09%	70	2746.43	510	20,010	S/10.00	S/200,097.16
					Ingresos	Anual	S/484,759.98
						Por Mes	S/40,396.67

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la Reducción de Ventas Perdidas en ambos casos del actual y propuesta nos muestra una pendiente negativa (-) esto nos lleva a la conclusión de una disminución de las ventas ventas perdidas para la propuesta con una disponibilidad meta del 98% para la línea de producción de chantilly

El gráfico de la Reducción de Ventas Perdidas en ambos casos del actual y propuesta nos muestra

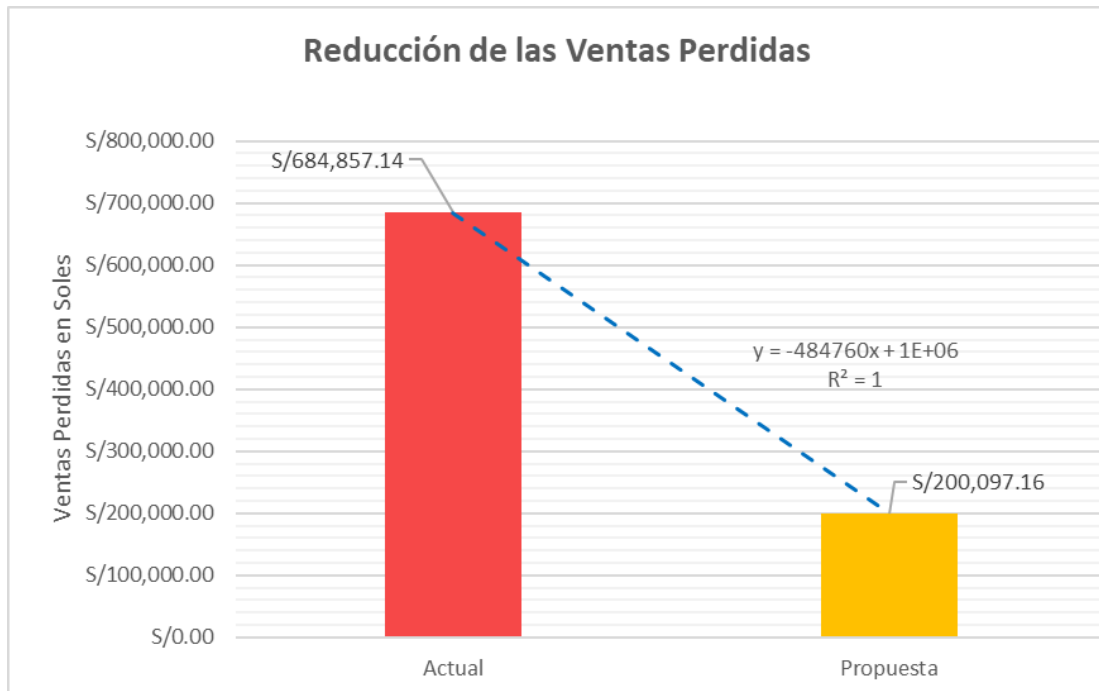


Figura N° 24: Grafico de la reducción de ventas perdidas

Fuente: Elaboración propia

- Egresos

Los egresos que son considerados en el proyecto para el aumento de la disponibilidad de la línea de producción de chantilly, están especificados en la tabla, mostramos la inversión total que asciende a un monto de S/. 49,744.00 soles para gastos de Facilitador, Implementador, Capacitación y Repuestos.

Tabla N° 21: Costeo de la ejecución del plan de mantenimiento.

Costos	Sueldo (Soles)	Tiempo (Meses)	Total (Soles)
Facilitador	S/1,700.00	6	S/10,200.00
Implementador	S/1,700.00	6	S/10,200.00
Costo por Capacitación			S/3,240.00
Suministros y Repuestos			S/26,104.00
Total			S/49,744.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos de capacitación son deducibles en proporción al sueldo respectivo de cada colaborador que va ser capacitado, esto es en consecuencia de cuanto de su tiempo de labor en línea va ser invertido en la capacitación, a si en un cálculo de Horas Hombre (HH) mostramos la totalidad de la inversión por capacitación y para cada colaborador asignado específicamente.

La inversión total por capacitación asciende a S/. 3240.00 Soles incluyendo que incluyen 24 horas de capacitación para cada personal asignado.

Tabla N° 22: Costeo por Capacitación del Personal

Personal Asignado	Sueldo (Soles)	Costo HH.	Horas de Capacitación	Inversión por Capacitación
Encargado de Emulsificantes	S/2,500.00	S/10.42	24	S/250.00
Operario de Emulsificantes	S/1,300.00	S/5.42	24	S/130.00
Encargado de Jaleas	S/1,600.00	S/6.67	24	S/160.00
Encargado de Mezclas y Molinos	S/1,600.00	S/6.67	24	S/160.00
Operario de Mezclas y Molinos	S/1,500.00	S/6.25	24	S/150.00
Operario de Mezclas y Molinos	S/1,500.00	S/6.25	24	S/150.00
Jefe de Producción	S/4,000.00	S/16.67	24	S/400.00
Encargado de Cremas	S/1,700.00	S/7.08	24	S/170.00
Operario de Cremas	S/1,600.00	S/6.67	24	S/160.00
Operario de Cremas	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Operario de Cremas	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Operario de Cremas	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Encargado de Cremas	S/1,700.00	S/7.08	24	S/170.00
Jefe de Mantenimiento	S/3,000.00	S/12.50	24	S/300.00
Técnico Electricista	S/2,000.00	S/8.33	24	S/200.00
Técnico Electricista	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Técnico Mecánico	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Técnico Mecánico	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
			Total	S/3,240.00

Costo por Capacitación del Personal

Personal Asignado	Sueldo (Soles)	Costo HH.	Horas de Capacitación	Inversión por Capacitación
Encargado de Emulsificantes	S/2,500.00	S/10.42	24	S/250.00
Operario de Emulsificantes	S/1,300.00	S/5.42	24	S/130.00
Encargado de Jaleas	S/1,600.00	S/6.67	24	S/160.00
Encargado de Mezclas y Molinos	S/1,600.00	S/6.67	24	S/160.00

Operario de Mezclas y Molinos	S/1,500.00	S/6.25	24	S/150.00
Operario de Mezclas y Molinos	S/1,500.00	S/6.25	24	S/150.00
Jefe de Producción	S/4,000.00	S/16.67	24	S/400.00
Encargado de Cremas	S/1,700.00	S/7.08	24	S/170.00
Operario de Cremas	S/1,600.00	S/6.67	24	S/160.00
Operario de Cremas	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Operario de Cremas	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Operario de Cremas	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Encargado de Cremas	S/1,700.00	S/7.08	24	S/170.00
Jefe de Mantenimiento	S/3,000.00	S/12.50	24	S/300.00
Técnico Electricista	S/2,000.00	S/8.33	24	S/200.00
Técnico Electricista	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Técnico Mecánico	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
Técnico Mecánico	S/1,400.00	S/5.83	24	S/140.00
			Total	S/3,240.00

Fuente: Elaboración propia.

Para los egresos respecto a los Repuestos y Suministros a Adquirir, han sido distribuidos en compras trimestrales de los Repuestos y Suministros asignados en el Programa de Mantenimiento, cumpliendo con el régimen establecido Diario, Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral y Anual.

Entonces tenemos que las cantidades a comprar por trimestre de cada repuesto y suministro, para tener abastecido oportunamente el almacén de repuestos ante cualquier avería de las máquinas de la línea de producción de chantilly, están especificadas en la siguiente Tabla N° 22.

Tabla N° 23: Costeo para el abastecimiento de Repuestos y Suministros

Repuestos y Suministros	1er Trimestre			2do Trimestre			3er Trimestre			4to Trimestre		
	Descripción	Cantidad	P. Unit	Total	Cantidad	P. Unit	Total	Cantidad	P. Unit	Total	Cantidad	P. Unit
A. Chevron Ø 20 mm x Ø 35 mm x 22 mm	36	S/ 4.00	S/ 144.00	36	S/ 4.00	S/ 144.00	36	S/ 4.00	S/ 144.00	36	S/ 4.00	S/ 144.00
B. Seguro de bielas	6	S/ 50.00	S/ 300.00			S/ -	6	S/ 50.00	S/ 300.00			S/ -
C. Oring 1 Ø 25 mm x Ø 20.5 mm x 3.5 mm / Oring 2 Ø 42 mm x Ø 32 mm x 2.5 mm	144	S/ 3.00	S/ 432.00	144	S/ 3.00	S/ 432.00	144	S/ 3.00	S/ 432.00	144	S/ 3.00	S/ 432.00
D. Aceite Vistony 25w50	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00
E. Cadena de transmision estándar de 2 hileras y 33 enlaces	1	S/ 320.00	S/ 320.00			S/ -			S/ -			S/ -
F. Grasa Fina Multiuso Vistoni	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00	6	S/ 225.00	S/ 1,350.00
G. Kit de sellos alfa laval	1	S/ 700.00	S/ 700.00	1	S/ 700.00	S/ 700.00	1	S/ 700.00	S/ 700.00	1	S/ 700.00	S/ 700.00
H. Cinta Teflon	1	S/ 109.00	S/ 109.00			S/ -			S/ -			S/ -
I. Resistencia	60	S/ 10.00	S/ 600.00	60	S/ 10.00	S/ 600.00	60	S/ 10.00	S/ 600.00	60	S/ 10.00	S/ 600.00
J. Refrigerante R-22 x 30 lb	1	S/ 250.00	S/ 250.00	1	S/ 250.00	S/ 250.00	1	S/ 250.00	S/ 250.00	1	S/ 250.00	S/ 250.00
K. Empaques para intercambiadores	1	S/ 7,200.00	S/ 7,200.00			S/ -			S/ -			S/ -
		TOTAL	S/ 12,755.00		TOTAL	S/ 4,826.00		TOTAL	S/ 5,126.00		TOTAL	S/ 4,826.00

Fuente: Elaboración propia.

b. Flujo de Caja

Evaluamos la viabilidad del proyecto de mejora, considerando un costo de oportunidad de capital anual (COK) para la línea de producción de chantilly para el año 2020.

A continuación, en la Tabla N°23 se muestra el flujo de caja del proyecto con relación a un año de proyección para la recuperación de la inversión, estimando la data el año pasado (2019) con los indicadores de disponibilidad que aumentan de 96.85% a 99.05% como meta trazada.

Como resultado nos muestra un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 584,325.83 que resulta mayor a cero, por lo que es económicamente aceptable, también obtenemos que la Tasa Interna de Retorno (TIR) resulta 95% siendo este mayor al costo de oportunidad de capital de la empresa (COK=20% Anual), lo que nos indica que el proyecto tras esta evaluación Económica y Financiera es viable.

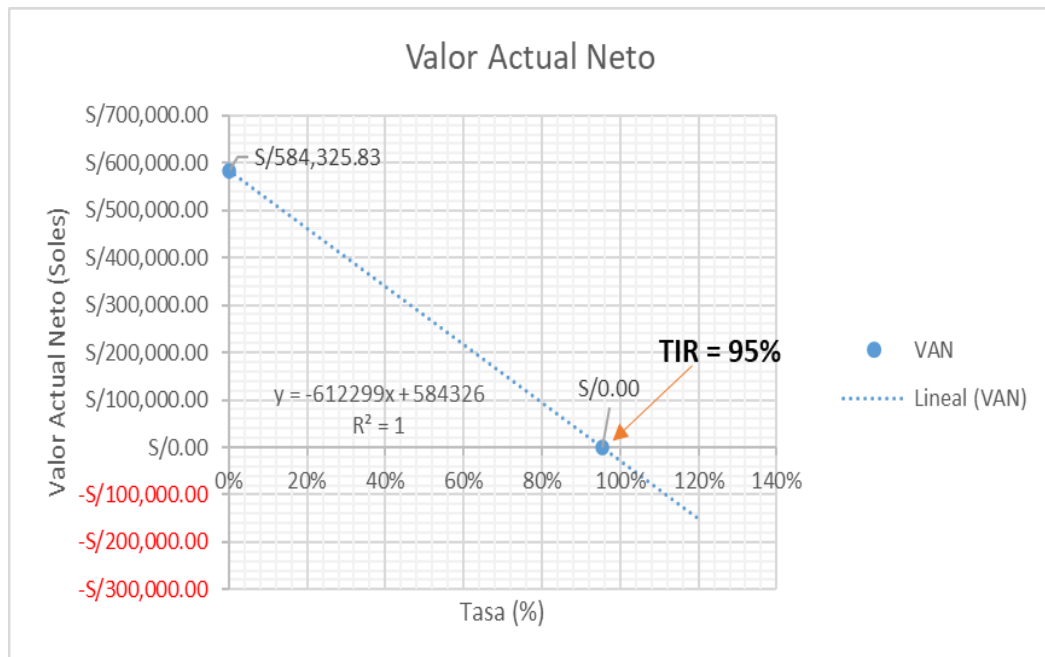


Figura N° 25: Grafico de análisis del valor actual neto (VAN)

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°25 resulta del flujo económico de la Tabla N°23, donde muestra una pendiente negativa y como punto mínimo el VAN = 0, con una tasa del 95% (TIR).

Esto es pues, debido a que el tamaño de inversión para este tipo de proyecto es muy baja y económica, además que la recuperación este mostrado día tras día a lo largo del mes, ya que la producción no se debe ver afectada por averías recurrentes que impida que la línea de producción pare, lo cual representa ventas perdidas la cual estamos reduciendo al aumentar la disponibilidad de la línea al 99.05%.

Tabla N° 24: Flujo económico del proyecto

Flujo Económico

Concepto // Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. Beneficios		S/ 40,396.67	S/ 42,416.50	S/ 44,537.32	S/ 46,764.19	S/ 49,102.40	S/ 51,557.52	S/ 54,135.40	S/ 56,842.16	S/ 59,684.27	S/ 62,668.49	S/ 65,801.91	S/ 69,092.01
Ganancia Anual	S/ 484,759.98												
Aumento de Ganancias Mensual		S/ 40,396.67	S/ 42,416.50	S/ 44,537.32	S/ 46,764.19	S/ 49,102.40	S/ 51,557.52	S/ 54,135.40	S/ 56,842.16	S/ 59,684.27	S/ 62,668.49	S/ 65,801.91	S/ 69,092.01
B. Inversión	S/ 43,895.00			S/ 4,826.00			S/ 5,126.00			S/ 4,826.00			
Activos	S/ 20,255.00			S/ 4,826.00			S/ 5,126.00			S/ 4,826.00			
Repuestos y Suministros	S/ 12,755.00			S/ 4,826.00			S/ 5,126.00			S/ 4,826.00			
Herramientas y Epps	S/ 3,000.00												
Laptop	S/ 3,000.00												
Muebles	S/ 500.00												
Útiles de oficina	S/ 300.00												
Impresora	S/ 700.00												
Desarrollos y Capacitación	S/ 23,640.00												
Costo Anual de la Ejecución del Plan de Mantenimiento	S/ 20,400.00												
Costo por Capacitación del Personal	S/ 3,240.00												
C. Flujo de Caja Económico	-S/ 43,895.00	S/ 40,396.67	S/ 42,416.50	S/ 39,711.32	S/ 46,764.19	S/ 49,102.40	S/ 46,431.52	S/ 54,135.40	S/ 56,842.16	S/ 54,858.27	S/ 62,668.49	S/ 65,801.91	S/ 69,092.01
D. VAN del Proyecto	S/ 584,325.83												
E. Tasa Interna de Retorno	95%												
F. COK	20%												

Fuente: Elaboración propia.

5.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

5.2.1. Prueba de Hipótesis

En esta hipótesis se desea contrastar el vínculo existente entre la variable X = (Gestión del Mantenimiento) medido por el indicador “Tiempo de parada de máquina” y la variable Y = (Disponibilidad de la Línea de producción), medido por el indicador “(Disponibilidad), se visualiza la relación de los indicadores estimados a partir de la recolección de datos.

Tabla N° 25: Flujo económico del proyecto

Horas de Paradas	MTBF/(MTBF+MTTR)		
0.0	100%	5.7	94%
1.7	98%	1.0	99%
8.2	91%	0.0	100%
6.0	94%	0.0	100%
1.0	99%	2.0	98%
0.0	100%	0.0	100%
0.0	100%	4.0	96%
8.0	92%	4.3	95%
2.0	98%	4.0	96%
4.0	96%	7.0	93%
0.0	100%	0.0	100%
12.3	87%	7.0	93%
2.0	98%	0.0	100%
1.0	99%	12.7	87%
0.0	100%	21.0	78%
0.0	100%	4.0	96%
1.0	99%	0.0	100%
1.0	99%	0.0	100%
4.7	95%	7.0	93%
0.0	100%	0.0	100%
4.2	96%	0.0	100%
0.0	100%	0.0	100%
0.0	100%	0.0	100%
2.0	98%	2.0	98%
1.3	99%	0.0	100%
		0.0	100%
		6.0	94%
		6.7	93%
		2.0	98%

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos datos observados se realizará el método de regresión lineal para poder identificar la relación que existe entre variables a través del estadígrafo coeficiente de correlación de Pearson, así determinar en qué medida la variable X explica el comportamiento de la variable Y.

A continuación, se muestra la figura del diagrama de dispersión, así como la recta de tendencia entre los puntos graficados, como también la ecuación de regresión resultante de aplicar el modelo de regresión lineal.

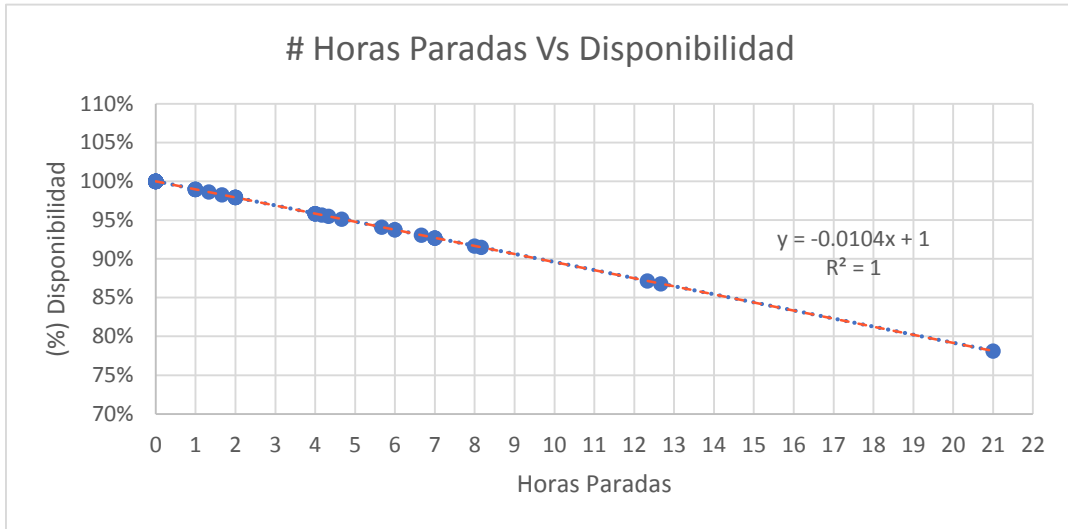


Figura N° 26: Grafico de Horas Paradas vs Disponibilidad

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Contrastación de Hipótesis

Para contrastar la prueba de hipótesis se utilizará, el coeficiente de determinación y con los resultados obtenidos se contrastará la hipótesis:

Ho: Si se mejora la Gestión del Mantenimiento en la línea de producción de chantilly, entonces no se aumentará la mantenibilidad.

Ha: Si se mejora la Gestión del Mantenimiento en la línea de producción de chantilly, entonces se aumentará la mantenibilidad.

Regla de decisión: $R^2 \geq 0.80$

Interpretación:

Realizando el ajuste lineal por el método de los mínimos cuadrados, para la muestra obtenemos la ecuación y el valor para el coeficiente de determinación siguiente:

$$Y = - 0.0104x + 1; r^2=1$$

Del resultado analítico podemos confirmar que el ajuste del modelo es bueno, ya que el valor de $r^2 = 1$, en concreto, el 100% de la variabilidad de la variable Y a su promedio es explicado por el modelo de regresión ajustado.

Por lo tanto:

Se rechaza H_0 porque si existe causalidad entre las variables debido a que la magnitud de $r^2 \geq 0.80$, en consecuencia, se acepta H_a , entonces se puede concluir que el modelo lineal es adecuado para explicar la relación que existe entre estas variables.

5.3. ANÁLISIS DE RESULTADO

Se puede estimar que, según el Numero de Prioridad de Riesgo (NPR), se resolverán el 71% de todas las fallas existentes de la línea de producción de chantilly con la aplicación del plan y programa de mantenimiento propuesto basado en la confiabilidad. Existiendo aún el 29% de fallas entre reducibles a deseables y aceptables.

Se tienen por conocimiento los siguientes datos del año 2019:

Tabla N° 26: Indicadores del año 2019.

Tiempo Medio entre Fallas	Tiempo Medio para Reparar	Disponibilidad
MTBF (Hrs /#Fallas)	MTTR (Hrs/#Fallas)	MTBF/(MTBF+MTTR)
76.50	2.49	96.85%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente podemos afirmar que al eliminar el 71% de las el Tiempo Medio entre Fallas y el Tiempo Medio para Reparar sufrirán la siguiente variación.

$$MTTR = 2.49 \times 0.29 = 0.72$$

$$MTBF = (2.49 - 0.72) + 76.5 = 78.27$$

5.3.1. Corroboración de Hipótesis General

Con la aplicación del Plan de Mantenimiento que logro mejorar la gestión de mantenimiento se logró reducir fallas causales que originaban las paradas de máquina y así aumentar a un 99.09% la disponibilidad de las máquinas de la línea de producción de chantilly.

$$D(t) = \left(\frac{78.27}{78.27+0.72} \right) * 100\% = 99.09\%$$

5.3.2. Corroboración de Hipótesis Especifica 1

Con la aplicación del Plan de Mantenimiento que logro mejorar la gestión de mantenimiento se logró reducir fallas causales que originaban las paradas de máquina y así aumentar a un 52.95% la confiabilidad de las máquinas de la línea de producción de chantilly.

$$C(t) = \left(e^{-\frac{4976}{100 \cdot 78.27}} \right) * 100\% = 52.95\%$$

5.3.3. Corroboración de Hipótesis Especifica 2

Con la aplicación del Plan de Mantenimiento que logro mejorar la gestión de mantenimiento se logró reducir fallas causales que originaban las paradas de máquina y así aumentar a un 88.65% la mantenibilidad de las máquinas de la línea de producción de chantilly.

$$M(t) = \left(1 - e^{-\frac{156 \times 0.29}{100 \cdot 0.72}} \right) * 100\% = 88.65\%$$

CONCLUSIONES

1. Mediante la tesis se logró el objetivo fundamental de proponer un plan de mantenimiento para mejorar la gestión de mantenimiento que reduzcan las paradas de máquina de la línea de producción de chantilly en una empresa que elabora insumos para la industria de la pastelería y panadería. Esta propuesta es viable y rentable, ya que la tasa de retorno (95%) es mayor al costo de oportunidad (20%) de la empresa objeto de estudio.
2. Con la aplicación del análisis del Modo y Efecto de Fallas de las máquinas críticas de la línea de producción de chantilly permitieron identificar y disminuir las causas que originaban las paradas en la línea y afectaban el nivel de disponibilidad de las máquinas del área de cremas, ya que esto no permitía cumplir con el programa de producción.
3. Se concluyó que la aplicación del programa de mantenimiento permitió aumentar el tiempo entre fallas ya que durante los 3 meses de prueba no se registró ninguna parada y las actividades establecidas en el programa eran de tipo preventivo y predictivo, mejorando así el nivel de disponibilidad de las máquinas al 99.09 % de la línea de producción de chantilly
4. Mediante la aplicación de manuales de procedimientos mantenimiento de las máquinas, el tiempo de reparación y respuesta ante una falla reducirá ya que el operario tiene identificado las actividades que tiene que realizar. Por lo tanto, el nivel de mantenibilidad de la línea de producción de chantilly aumentará a un 88.65 %.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el mismo estudio en todas las áreas de la empresa Corporación Excellent. Tales como el área de jaleas, emulsificantes, mezclas y molinos, por ser esta una metodología que no necesita de mucha inversión ya que se pueden utilizar los mismos formatos creados para este proyecto.
2. Se recomienda utilizar los canales de comunicación establecidos entre los departamentos de producción y mantenimiento para tener una mejor coordinación y que los mantenimientos preventivos establecidos en el AMEF no interfieran con el programa de producción.
3. Se recomienda capacitar a todos los operarios de producción del funcionamiento mecánico de cada una de las máquinas para que contribuyan con la inspección diaria y reporten de inmediato cualquier anomalía para que se programe una intervención en un corto plazo. También entrevistar al personal más antiguo ya que ellos conocen mucho mejor las máquinas y podrían ayudar a detectar preventivamente fallas que no son percibidas por los mecánicos de mantenimiento.
4. Se recomienda realizar un estudio de tiempos de todas las actividades de mantenimiento para llevar un mejor control. También capacitarlos para en la metodología SMED que contribuirá a mejorar el tiempo de reparación de la máquina. Para ello también es necesario mejorar las condiciones de trabajo, brindándole todos los equipos de protección personal y herramientas que se requiera.

BIBLIOGRAFÍA


- Amendola, L. (2006). *Gestión de Proyectos de activos Industriales*. Valencia, España: Universidad Politecnica de Valencia.
- Azoy Capote, A. (2014). *Metodo para el calculo de Indicadores de Mantenimiento*. La Habana - Cuba: Instituto de Investigaciones de Ingenieria Agricola (IAgric).
- Besterfield, D. H. (2009). *Control de Calidad*. México: Prentice-Hall.
- Bloom, N. (2005). *Reliability Centered Maintenance (RCM): Implementation Made Simple*. New York: McGraw Hill Professional.
- Castellón Gonzales, L. I. (2018). *Plan de Mantenimiento Preventivo para las maquinas productoras de helado de la fabrica Belen de la ciudad de Estelí*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Managua.
- Colque Machaca, V. E. (2016). *Diseño de Plan de Mantenimiento para Lacteosbol "Planta Achacachi"*. La paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- Cruz, S. y. (2006). *Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Delers, A. &. (2016). *El principio de Pareto: Optimice su negocio con la regla del 80/20*. Obtenido de 50Minutos.es.
- Gago, J. (2017). *Optimización del Plan de Mantenimiento aplicando el análisis de confiabilidad a los equipos críticos del sistema eléctrico de la oficina principal de Petroperú S.A*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Garcia Garrido, S. (2003). *Organización y gestion integral de Mantenimiento - Manual practico para la implantación de sistemas de gestion avanzado de mantenimiento industrial*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A.
- Garcia, P. (2013). *ReliabilityWeb.com*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/la-cultura-de-la-confiabilidad-operacional#:~:text=La%20Confiabilidad%20Operacional%20se%20define,la%20producci%C3%B3n%20industrial%20%5B1%5D>.
- Geldres Marchena, R. R. (2019). *Propuesta de Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en RCM, para aumentar la disponibilidad del mezclador de dosificación de una empresa de alimentos balanceados acuicola*. Lima - Perú: Universidad Privada del Norte.
- Gonzales, F. (2010). *Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México DF, México: McGraw-Hill.
- Mahmoud Mohamed, A. S. (2015). *Impact of Total Productive Maintenance Methodology on the performance*. Egipto: Mechanical Engineering Department Canadian International College.

- Mejía Cueva, R. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersa Transportes y Servicios S.R.L.* Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Mesa, D. O. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica*, 155-160.
- Moreno, E. (2017). *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) al compresor estacionario de tornillo de una etapa en la empresa metalmecánica Fameca S.A.C.* Trujillo: Universidad de Trujillo.
- Ochoa Fernandez, M. A. (2014). *Proyecto para elaboración de un plan de Mantenimiento y Manual de procedimientos en industrial Lacto- Cañar.* Cuenca, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Pacheco Bado, L. F. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Pátapo S.A.C.* Trujillo - Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Perez, C. y. (2017). *Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para la mejora del mantenimiento de una prensa de rodillos HPGR.* Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Silva, J. (2005). *Mantenimiento Productivo Total para la Mejora en Disponibilidad, Índice de Rendimiento y Tasa de Calidad.* Piura: Universidad de Piura.
- Suzuki, T. (1996). *TPM en industria del proceso.* Tokio: Japan Institute of Plant Maintenance.
- Unzueta, A. (2014). Application of a Maintenance Management System Based on a Tailored RCM. *Revista de Ingeniería Dyna*.
- Uscategui Cristancho, P. J. (2014). *Propuesta de Mejoramiento de Gestión de Mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa Petrosantander.* Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Uzcátegui, J. -G. (2015). *Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC.* Venezuela: Universidad Experimental de Táchira San Cristobal.

Anexo N° 1 : Línea de Producción de Chantilly



Anexo N° 2: Registro de Parada de Maquina

 REGISTRO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE MASS CREAM														CODIGO: R-HA-R014C FECHA: DICIEMBRE/2011 VERSIÓN: 2017	
FECHA DE PROD.	N° LOTE	T° CALDERO	T° MEZCLA	PASTEURIZACIÓN		HOMOGENIZACIÓN		REFRIGERACIÓN		ENVASADO		PRODUCTO FINAL		OBSERVACIONES	
				T°	HORA	HORA	HORA	T°	HORA	HORA	PESO	HORA	LOTE		
08-01-20	09	90	65	90	4:20	180	4:20	3-1	4:30	5:00	1010	5:30	510	Premium	
	10	90	65	90	5:30	180	5:30	3-2	6:00	6:30	1010	6:50	510	Premium Se embalo	
	11	90	65	90	6:50	180	6:50	3-3			1010	8:40	550	Premium agua para H.Pelo	
09-01-20	01	90	65	90	6:00	180	6:00	3-0	6:00	7:00	1010	8:10	510	Fecha prod. (11-01-20)	
	02	90	65	90	8:10	180	8:10	3-1	8:10	8:30	1010	9:20	510		
	03	90	65	90	9:20	180	9:20	3-1	9:20	10:00	1010	10:30	510		
	04	90	65	90	10:30	180	10:30	3-3	10:30	11:00	1010	11:40	510		
	05	90	65	90	11:40	180	11:40	3-3	11:40	12:00	1010	12:50	510		
	06	90	65	90	12:50	180	12:50	3-5	12:50	1:30	1010	2:00	510		
	07	90	65	90	2:00	180	2:00	3-4	2:30	3:00	1010	3:10	510		
	08	90	65	90	3:10	180	3:10	3-5	3:30	4:00	1010	4:20	510		
	09	90	65	90	4:20	180	4:20	3-4	4:30	5:00	1010	5:30	510		
	10	90	65	90	5:30	180	5:30	3-5	6:00	6:30	1010	6:50	495		
	11	90	65	90	6:50	180	6:50	3-4	7:00	7:30	1010	8:10	510	Premium Problemas Capa	
	12	90	65	90	8:10	180	8:10	3-5	8:30	9:00	1010	10:00	515	Premium 1a. Pasteur	
10-01-20	01	90	65	90	6:00	180	6:00	3-0	6:00	7:00	1010	8:10	510	Fecha prod. (12-01-20)	
	02	90	65	90	8:10	180	8:10	3-1	8:10	8:30	1010	10:30	510		
	03	90	65	90	9:20	180	9:20	3-3	9:20	9:30	1010	11:40	510		
	04	90	65	90	10:30	180	10:30	3-3	10:30	11:00	1010	12:50	510		
	05	90	65	90	11:40	180	11:40	3-3	11:40	12:00	1010	2:00	510		
	06	90	65	90	12:50	180	12:50	3-4	12:50	1:30	1010	3:10	510		
	07	90	65	90	2:00	180	2:00	3-5	2:30	3:00	1010	4:20	489		
	08	90	65	90	3:10	180	3:10	3-4	3:30	4:00	1010	4:20	489		

Anexo N° 3 :Resultado de encuesta

RESULTADO DE ENCUESTAS - CAUSAS RAIZ							
Área de Trabajo	Operario	Máquina		Materiales	Mano de Obra		Métodos
		A. Programa de Mantenimiento o Inadecuado	B. Fallas de Máquina	C. Repuesto no solicitados a tiempo	D. Falta de Orden y Limpieza	E. Falta de Instructivos y Capacitación	F. Se realizan principalmente acciones correctivas
Producción	Encargado de Emulsificantes	5	5	1	3	1	5
Producción	Operario de Emulsificantes	5	5	1	3	3	3
Producción	Encargado de Jaleas	5	5	1	3	1	5
Producción	Encargado de Mezclas y Molinos	5	5	1	1	1	3
Producción	Operario de Mezclas y Molinos	5	5	1	1	1	5
Producción	Operario de Mezclas y Molinos	5	3	1	1	1	5
Producción	Encargado de Cremas	3	5	1	5	1	5
Producción	Operario de Cremas	5	5	1	1	3	3
Producción	Operario de Cremas	3	5	1	3	1	5
Producción	Operario de Cremas	5	5	1	1	3	5
Producción	Operario de Cremas	5	5	1	1	1	3
Producción	Encargado de Cremas	5	5	1	1	1	5
Mantenimiento	Técnico Electricista	5	5	1	1	1	5
Mantenimiento	Técnico Electricista	5	5	1	1	1	5
Mantenimiento	Técnico Mecánico	5	5	1	1	1	5
Mantenimiento	Técnico Mecánico	5	5	1	1	1	5
Puntaje Total		76	78	16	28	22	72

Anexo N° 4 :Leyenda Ocurrencia AMEF

Nivel de Ocurrencia:	Descripción (Frecuencia de Ocurrencia)	Probabilidad de Ocurrencia de la Falla
10	Muy alta: Falla que es casi inevitable	Mas de una ocurrencia por día, o una probabilidad de mas de tres ocurrencias en diez eventos.
9		Una ocurrencia cada tres o cuatro días, o una probabilidad de tres ocurrencias en diez eventos.
8	Alta: Continuamente Falla	Una ocurrencia por semana o una probabilidad de cinco ocurrencias en cien eventos.
7		Una ocurrencia por mes, o una ocurrencia en cien eventos.
6	Moderada: Ocasionalmente Falla	Una ocurrencia cada tres meses o tres ocurrencias en mil eventos.
5		Una ocurrencia cada seis meses en un año, o una ocurrencia en diez mil eventos.
4		Una ocurrencia por año o seis ocurrencias en cien mil eventos.
3	Baja: Relativamente Falla Poco	Una ocurrencia entre uno y tres años o seis ocurrencias en diez millones de eventos.
2		Una ocurrencia entre tres y cinco años o dos ocurrencias en un billón de eventos.
1	Remota: no es probable a que falle	Una ocurrencia en mas de cinco años, o menos de dos ocurrencias en un billon de eventos.

Anexo N° 5 :Leyenda Detección AMEF

Nivel de Detección:	Descripción (Grado de Control o Detección)	Definición
10	Absolutamente Incierto	El proceso y el producto no es controlado o inspeccionado, las anomalías por fallas no son detectados.
9	Muy Remoto	Se inspecciona solo el producto final a partir de un nivel aceptable de calidad.
8	Remoto	Se inspecciona solo el producto final en base a un modelo previamente probado.
7	Muy Bajo	Se inspecciona solo el producto manualmente durante todo el proceso (no hay ayuda de equipos modernos de control).
6	Bajo	Se inspecciona solo el producto manualmente durante todo el proceso, usando pruebas de ensayo y error.
5	Moderado	El proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado al final del proceso en la línea de producción (25% automatización).
4	Moderadamente Alto	El proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado en dos puntos del proceso en la línea de producción (50% automatización).
3	Alto	El proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado en más de dos puntos del proceso en la línea de producción (75% automatización).
2	Muy alto	El proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (100% automatización).
1	Totalmente Controlado	El proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (100% automatización con calibración continua y mantenimiento preventivo de los equipos utilizados para controlar e inspeccionar el proceso y el producto).

Anexo N° 6 :Leyenda Severidad AMEF

Nivel de Severidad:	Descripción (Nivel de Severidad de la Falla)	Efectos de las Fallas
10	Peligrosamente Alto	Fallas que pueden causar pérdidas humanas.
9	Extremadamente Alto	Fallas que pueden crear complicaciones con regulaciones federales (leyes).
8		Fallas que hacen inoperables los equipos y provocan la pérdida de función para la que fueron diseñados.
7	Alto	Fallas que causan un alto grado de insatisfacción al cliente que recibe el servicio.
6	Moderado	Fallas que afectan un subsistema y originan un mal funcionamiento de los equipos disminuyendo la calidad del servicio.
5	Bajo	Fallas que provocan la pérdida de eficiencia y causan que el cliente reclame.
4		Fallas que pueden ser mejoradas con pequeñas modificaciones y su impacto sobre la eficiencia de los equipos es pequeña.
3	Menor	Fallas que podrían crear mínimas molestias al cliente, molestias que el mismo cliente podría corregir en el proceso sin necesidad de perder eficiencia.
2		Fallas que son difíciles de reconocer por el cliente y cuyos efectos serán insignificantes para el proceso.
1	Ninguno	Fallas que no son identificables por el cliente y no afectan la eficiencia del proceso.

Anexo N° 7 :Leyenda Ocurrencia NPR

OCURRENCIA	
Anexo N° 1: Leyenda Detección NPR	
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

DETECCION (dificultad de deteccion)	
Descripcion	Puntaje
Descripcion	1
Obvia	2-3
Escasa	4-5
Moderada	6-7
Frecuente	8-9
Muy elevada	10

Anexo N° 8 :Leyenda Gravedad NPR

GRAVEDAD	
Descripcion	Puntaje
Imperceptible	1
Escas, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, fallo inminente	6-7
Elevada, falla critica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad, no conformidad	10

Anexo N° 9: Solicitud de Requerimiento

CORPORACION EXCELLENT S.A.C.

FECHA: 15/10/2020.

HORA: 4:00PM.

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Area : CREMAS

Solicitante: DANIEL NUÑEZ

Maquinaria o Equipo: INTERCAMBIADOR DE PLACAS.

Descripcion del Requerimiento:

LA PRESION DEL HOMOGENIZADOR ESTA OSCILANDO.
PROPORCIONALMENTE EL INTERCAMBIADOR SE ENCUENTRA
SECO.

SE DESHA QUE ESTO LIMPIEZO SE REALICE ESTO
NOCHE.

RECEPCION DE SOLUCITUD

Nombre: CEONIC GUERRA

Alto

Cargo: Supervisor Produccion

Prioridad: Medio

Firma: [Firma]

Bajo

Fecha de Subsancion : 16/10/20



Acciones tomadas y/o Recomendaciones Se realizo la limpieza del
Intercombiador de Calor de 23 placas, y se aprovecho
en cambiar la empaque.

[Firma]
Solicitante



[Firma]
Jefe de Mantenimiento

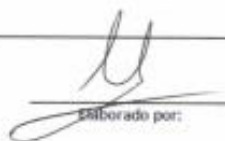
16/10/20

Anexo N° 10: Orden de trabajo

 		Orden de Trabajo		Codigo	CE-OT-001
				Fecha	15/08/2020
				Version	001
Orden de Intervención de Mantenimiento					
Solicitante	Carlos Rodriguez		Nro. Orden de Trabajo	00121109/20	
Cargo	Jefe de Mantenimiento				
Tipo de Trabajo			Fecha/Hora de Solicitud	Firma	
Mecanico	X		05:30 p.m	R	
Electrico					
Instrumentación			Equipo		
Hidraulico			Homogenizador		
Sistemas Auxiliares					
Tipo de Mantenimiento			Prioridad	Baja	
Correctivo				Media	
Preventivo	X			Alta	X
Responsable del mantenimiento			Jesus Escalante		
N°	Descripción de la tarea		Tiempo estimado	N° de Trabajadores	
1	Limpieza del Homogenizador		02:00 hr	1	
2	Cambio de Chevron y Oring		01:00 hr	1	
3	Revisión de Pistones		-	1	
4	Verificar nivel de Aceite		-	1	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Medidas de seguridad			✓ casco ✓ guantes anticorte ✓ Zapatos de Seguridad ✓ toca ✓ Guardapolvo		

Anexo N° 11 : Parte de Intervención

 		PARTE DE INTERVENCIÓN			Código	CE-INT-001	
					Fecha	15/08/2020	
					Version	001	
SOLICITUD DE INTERVENCIÓN							
N° Orden de Trabajo		0012			Prioridad	Alta	<input checked="" type="checkbox"/>
Área	Leales	Molinos y Mezclas				Media	
	Cremas	Emulsificantes				Baja	
DESCRIPCIÓN DE ANOMALIA: se detectaron restos de chevron en la crema.							
RESUMEN DE LA INTERVENCIÓN							
Fecha de Intervención		18/09/2020			Inicio	Final	N° de Trabajadores
N°	Nombre de Operación				HH:MM	HH:MM	
1	Desmontaje del Homogenizador				4:00pm	4:30pm	2
2	Cambio de Chevron y orings				4:30pm	5:30pm	1
3	Limpieza del Homogenizador				5:30pm	7:30pm	1
4							
5							
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO REALIZADO: Se desmontó los componentes del homogenizador. se aprovechó en cambiar aceite porque tenía agua.							
N°	Cantidad	Material			Comentarios		
1	1/2ltro	Aceite 25w50					
2	12	Orings			4 muy desgastados		
3	3	Chevron			Totalmente desgastados		
4							
5							
6							
ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN							
Grupo de trabajo		Jesus Escalante					
		Ciro Rodriguez					
		Isaac Humani					
AVERIA SUBSANADA				SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
ACTIVIDADES PENDIENTE: se reserva q' los componentes estan desgastados Mecanizar Pistones en proxima intervencion							
OCURRENCIAS: Ninguna.							

Elaborado por: 

Validado por:  19/09/20

Anexo N° 15 :Carta de Autorización



CORPORACIÓN *Excellent*
FABRICANTES, DISTRIBUIDORES E IMPORTADORES DE INSUMOS
PARA PASTELERÍA, PANADERÍA Y HELADERÍA

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Fabricio Martin Vidal Gonzales autorizo al Sr. Cedric Fernando Guerra Llanco identificado con el DNI 70897677 a desarrollar su tesis en nuestra organización, que lleva por nombre: "MEJORA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CHANTILLY DE UNA FÁBRICA DE INSUMOS DE PASTELERÍA EN EL AÑO 2020". Así como, a la utilización de imágenes y logos pertenecientes a la empresa Corporación Excellent S.A.C.



FABRICIO MARTIN VIDAL GONZALES
Gerente General

Av. Los Faisanes 316, Chorrillos, Lima - Perú
Central: +511 7192290 | +511 7192291
ventas@corporacionludafa.com

www.corporacionludafa.com
Excellent.MassCream