



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE REFINADO DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA CHOC MARVER EN EL AÑO 2024.

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Tnglo. Heredia Muñoz Bryan Andrés

Tutora

Mgr. Naranjo Mantilla Olga Marisol

AMBATO - ECUADOR
2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Heredia Muñoz Bryan Andrés, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE REFINADO DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA CHOC MARVER EN EL AÑO 2024”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato a los 26 días del mes de febrero de 2025, firmo conforme:

Autor: Tnlgo. Heredia Muñoz Bryan Andrés

Firma: _____

Número de Cédula: 050364827-1

Dirección: Cotopaxi, Latacunga, Ignacio Flores, La Laguna.

Correo Electrónico: bryan.andres901@gmail.com

Teléfono: 0984055808

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE REFINADO DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA CHOC MARVER EN EL AÑO 2024” presentado por Heredia Muñoz Bryan Andrés, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 26 de febrero del 2025

.....
Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 26 de febrero del 2025

.....
Tnlgo. Heredia Muñoz Bryan Andrés
0503648271

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE REFINADO DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA CHOC MARVER EN EL AÑO 2024”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 26 de febrero del 2025

.....

Mgtr. Ruales Martínez María Belén
LECTORA

.....

Mgtr. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth
LECTORA

DEDICATORIA

A mis amados padres, Orlando Heredia y Elizabeth Muñoz, quienes con su infinita sabiduría y amor incondicional han guiado cada uno de mis pasos. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Por cada sacrificio realizado para que yo pudiera alcanzar mis sueños, por secar mis lágrimas en momentos difíciles y celebrar mis triunfos como propios. Este logro es tan suyo como mío, pues representa la culminación de años de apoyo, consejos y ánimos constantes.

A mi querido hermano Alex Heredia, mi primer amigo y compañero de vida. Por todas las veces que me brindaste tu apoyo incondicional y me animaste a seguir adelante. A su esposa Carla Flores, por convertirse en una hermana más, por su bondad y por formar junto a Alex una familia maravillosa.

A mis adorados sobrinos Erick y Danna, quienes con su inocencia y alegría iluminan mis días. Espero que este trabajo les sirva como ejemplo de que los sueños, con esfuerzo y dedicación, pueden hacerse realidad. Que sepan que su tío los ama infinitamente y siempre estará para ustedes.

A mi compañera de vida Liseth Falcón, por su amor incondicional, paciencia infinita y apoyo constante. Por comprender mis ausencias durante la realización de este proyecto, por alentarme en los momentos difíciles y celebrar conmigo cada pequeño logro. Gracias por caminar a mi lado en este viaje llamado vida.

Y finalmente, con todo mi ser, a mi princesa, mi mayor tesoro, mi hija Brithany. Tú eres la razón de mi existir, el motor que impulsa cada uno de mis esfuerzos. Por ti me levanto cada mañana con renovadas fuerzas, por ti sueño con un futuro mejor. Este proyecto representa mi compromiso de ser cada día un mejor padre y ejemplo para ti. Todo lo que hago, lo hago pensando en tu bienestar y felicidad.

Con profundo amor y eterna gratitud.

Bryan

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien con su infinita sabiduría y amor ha guiado mi camino en cada paso de este proyecto. Gracias por darme fortaleza en los momentos de dificultad y por iluminar mi vida con bendiciones constantes.

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, por ser el espacio donde pude crecer académica y personalmente. Su compromiso con la excelencia me permitió formarme con las herramientas necesarias para alcanzar este logro.

A los docentes, quienes con su dedicación, paciencia y sabiduría me brindaron los conocimientos y el apoyo necesarios para culminar esta etapa. Sus enseñanzas dejarán una huella imborrable en mi vida profesional y personal.

A todas las personas que de alguna manera formaron parte de este proceso, ya sea con su apoyo, palabras de aliento o compañía en los momentos difíciles. A mi familia, amigos y seres queridos, gracias por ser mi motivación constante y por estar a mi lado en cada paso de este camino.

Bryan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	ii
APROBACIÓN DE LA TUTORA	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Antecedentes:.....	20
Justificación:	23
Objetivos.....	24
Objetivo general:	24
Objetivos Específicos:	24

CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa	26
Información general de la microempresa	27
Logotipo de la microempresa	28

Ubicación de la microempresa	28
Proceso de Refinado de Chocolate	29
Producto Obtenido del Refinado de Chocolate	30
Producción de la microempresa.....	31
Estudio de tiempos del proceso de refinado	32
Diagrama de flujo del proceso de refinado de chocolate.....	34
Caracterización del proceso de refinado de chocolate.....	35
Cálculo de productividad de chocolate.....	39
Fallos determinados	39
Área de estudio:	41
Modelo operativo:.....	42
Desarrollo del modelo operativo:	43
Determinación de fallos.....	43
Análisis de criticidad de la refinadora	46
Listado de componentes de la refinadora	46
Codificación de la Máquina y Componentes.....	47
Resumen de los equipos	48
Determinación de medidas preventivas	49
Identificación de componentes críticos para reemplazo.....	50

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta.....	51
Listado de equipos	51
Criticidad de los equipos	52
Fallo y modo de falla	53
Ficha Técnica de la maquina	54
Determinación del repuesto	56
Plan de Mantenimiento.....	56

Resultados del Plan de mantenimiento	58
Descripción de la mejora	60
Resultados Esperados	60
Gráfico de comparación.....	61
Cronograma de actividades	61
Análisis de costos	62
Cronograma valorado de componentes	63

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:.....	64
Recomendaciones:	65
BIBLIOGRAFÍA:	66
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información general de Choc Marver.....	28
Tabla 2. Productos del refinado de chocolate por lote.....	31
Tabla 3. Producción de la microempresa.....	32
Tabla 4. Caracterización de proceso	35
Tabla 5. Gastos de mantenimiento.....	37
Tabla 6. Estimación anual de costos por interrupciones operativas	38
Tabla 7. Análisis de modo y efecto de la falla.....	40
Tabla 8. Indicador de mantenimiento	41
Tabla 9. Estudio del campo.	41
Tabla 10. AMFE Refinadora	44
Tabla 11. Análisis de criticidad	46
Tabla 12. Listado de componentes	47
Tabla 13. Codificación de la máquina y componentes	47
Tabla 14. Resumen de los equipos	48
Tabla 15. Determinación de medidas preventivas	49
Tabla 16. Catálogo de repuestos críticos para mantenimiento	50
Tabla 17. Listado de equipos	52
Tabla 18. Criticidad de los equipos	52
Tabla 19. Fallo y modo de falla.....	53
Tabla 20. Determinación del repuesto	56
Tabla 21. Flujogramas del proceso actual y propuesto.....	60
Tabla 22. Análisis comparativo de sistemas de Mantenimiento.....	60
Tabla 23. Cronograma de actividades	62
Tabla 24. Costos de los repuestos.....	62
Tabla 25. Análisis de costos y curva S	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Cursograma analítico del proceso actual de refinado de chocolate.....	33
Gráfico 2. Diagrama del proceso de refinado de chocolate.....	34
Gráfico 3. Modelo operativo.....	42
Gráfico 4. Ficha técnica.....	55
Gráfico 5. Propuesta mejorada con el cambio de repuesto.....	59
Gráfico 6. Comparación del mantenimiento actual y propuesto con la reducción de capital.....	61
Gráfico 7. Curva S de los repuestos para adquisición.	63

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Refinadora de chocolate 50 Kg.....	27
Imagen 2. Logo Choc Marver.....	28
Imagen 3. Ubicación Choc Marver.....	29
Imagen 4. Variador de frecuencia defectuoso	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plan anual de mantenimiento.....	69
Anexo 2. Monitoreo de la refinadora y sus componentes	70
Anexo 3. Actividades a realizar del Plan de mantenimiento.....	72
Anexo 4. Mantenimientos realizados	73
Anexo 5. Tarea 1 de sistema de movimiento, cambio de variador, instrumentos necesarios, indicaciones del mantenimiento.....	73
Anexo 6. Tarea 2 de sistema de movimiento, ajustes del eje, instrumentos necesarios, indicaciones del mantenimiento	73
Anexo 7. Carta de conformidad	75

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE REFINADO DE CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA CHOC MARVER EN EL AÑO 2024

AUTOR: Tnglo. Heredia Muñoz Bryan Andrés

TUTORA: Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación se enfoca en la propuesta de mejora del proceso de refinado de chocolate en la microempresa Choc Marver, ubicada en Latacunga, Ecuador, con el objetivo de reducir el tiempo de producción y optimizar la eficiencia operativa. El problema principal identificado es el mal funcionamiento del variador de frecuencia en la refinadora, lo que provoca un tiempo de refinado excesivo de 43 horas, afectando la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos de entrega y manteniendo la calidad del producto. La hipótesis planteada sugiere que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, junto con la sustitución del variador de frecuencia, reducirá significativamente el tiempo de refinado y mejorará la productividad. La metodología empleada incluyó un diagnóstico inicial del proceso, la evaluación del estado de los equipos mediante un modelo de criticidad, y la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo basado en herramientas de ingeniería como el Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMFE). Los principales resultados mostraron una reducción del 37.5% en los costos de mantenimiento, pasando de \$480 a \$300, y una mejora del 5.15% en la eficiencia del proceso al optimizar los tiempos de actividades críticas. Se concluye que la implementación del plan de mantenimiento no solo garantiza la continuidad operativa y prolonga la vida útil de los equipos, sino que también contribuye a la sostenibilidad financiera de la empresa, asegurando un producto de alta calidad y manteniendo la competitividad en el mercado chocolatero artesanal.

DESCRIPTORES: Chocolate artesanal, eficiencia operativa, mantenimiento preventivo, optimización del proceso.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING, INDUSTRY AND PRODUCTION

Industrial Engineering

AUTHOR: HEREDIA MUÑOZ BRYAN ANDRES

TUTOR: MG. NARANJO MANTILLA OLGA MARISOL

ABSTRACT

PROPOSAL FOR IMPROVEMENT IN THE CHOCOLATE REFINING PROCESS IN CHOC MARVER MICROENTERPRISE IN 2024.

This research presents a proposal to enhance the chocolate refining process at the microenterprise Choc Marver, located in Latacunga, Ecuador, with the goal of reducing production time and optimizing operational efficiency. The primary issue identified is a malfunctioning frequency inverter in the refiner, which extends the refining process to 43 hours, hindering the company's ability to meet delivery deadlines and maintain product quality. The hypothesis proposes that implementing a preventive maintenance plan, including the replacement of the variable frequency drive, will significantly reduce refining time and enhance productivity. The methodology involved an initial process diagnosis, an equipment condition assessment using a criticality model, and the development of a preventive maintenance plan based on engineering tools such as Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The key findings indicate a 37.5% reduction in maintenance costs, from \$480 to \$300, and a 5.15% improvement in process efficiency by optimizing the timing of critical activities. The study concludes that implementing the maintenance plan not only ensures operational continuity and extends the equipment's lifespan but also contributes to the company's financial sustainability, guaranteeing a high-quality product and maintaining competitiveness in the craft chocolate market.

KEYWORDS: Craft chocolate, Operational efficiency, Preventive maintenance, Process optimization.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Los orígenes ancestrales del chocolate están profundamente vinculados con las civilizaciones precolombinas de América. Todo comenzó cuando los mayas descubrieron y empezaron a cultivar el árbol de cacao, científicamente conocido como *Teobroma*, en las tierras fértiles de Sudamérica. Esta civilización fue la primera en transformar los granos de cacao en una bebida única: mezclaban el cacao con agua caliente y le añadían diversas especias para crear lo que hoy conocemos como chocolate. La tradición del cacao continuó con los aztecas, quienes elevaron esta bebida a un nivel sagrado. Para ellos, el chocolate no era una simple bebida - lo consideraban el "Alimento de los Dioses" y lo reservaban para ocasiones ceremoniales especiales. Los aztecas también reconocieron el potencial curativo del cacao, utilizándolo como medicina natural para tratar diversas dolencias, pues estaban convencidos de sus propiedades terapéuticas. La historia del chocolate dio un giro significativo cuando llegó a Europa. Los europeos quedaron tan impresionados por este producto que lo apodaron "oro marrón", reconociendo su extraordinario valor comercial. A partir de ese momento, el consumo del chocolate se expandió rápidamente por todo el continente. La gente lo disfrutaba no solo como una deliciosa bebida, sino que también lo usaba como remedio para diferentes enfermedades, siguiendo la tradición medicinal que habían establecido las civilizaciones americanas. (Sümeyye Sarıtaş, August 2024)

El chocolate es un alimento nutricionalmente completo, compuesto por grasas (30%), proteínas (6%), carbohidratos (61%) y una humedad del 3%. En su composición destacan minerales esenciales como hierro, fósforo, calcio, además de vitaminas A y B. Para su elaboración, se mezcla cacao, azúcar y manteca de cacao, pudiendo añadirse ingredientes adicionales como frutas, leche o frutos secos según el tipo de chocolate deseado. Los antioxidantes presentes en el chocolate aportan beneficios significativos para la salud cardiovascular: ayudan a reducir la presión arterial y mejoran la función plaquetaria. Si

bien no existe una dosis recomendada específica, su consumo regular puede disminuir el riesgo de enfermedades cardíacas. (Tigselema, 2018)

Las empresas buscan constantemente mejorar sus procesos industriales para incrementar su desarrollo y evolución productiva. La optimización de procesos implica analizar variables cuantitativas, tiempos y recursos para obtener resultados eficaces. En el caso específico de la fabricación de chocolate, este enfoque permite perfeccionar cada etapa de producción, desde la selección de materias primas hasta el producto final, con el objetivo de aumentar la eficiencia y calidad del proceso industrial. La mejora continua se centra en identificar y eliminar ineficiencias, reducir costos y optimizar la productividad, lo que resulta fundamental para mantener la competitividad en la industria chocolatera. (Najera, 2016)

En el proceso de refinado del chocolate, se reducen mecánicamente las partículas de la mezcla original mediante fuerzas de cizallamiento controladas. La técnica busca fragmentar los grumos de azúcar y sólidos de cacao, logrando un tamaño particulado menor a 30 μm para prevenir una sensación granulosa o arenosa en el producto final. Este refinado constituye la primera etapa fundamental para desarrollar una textura suave y uniforme, la cual será posteriormente perfeccionada durante la fase de conchado. El objetivo central es conseguir una distribución homogénea y extremadamente fina de todos los componentes del chocolate. La reducción del tamaño de partículas permite obtener una mezcla más consistente, mejorando significativamente las características organolépticas del producto, especialmente su textura y sensación en boca. (Ortiz, 2017)

Cada empresa requiere un servicio de mantenimiento personalizado, adaptado específicamente a su proceso productivo. No es posible replicar íntegramente el sistema de otra compañía sin considerar las particularidades propias. El servicio de mantenimiento moderno debe contemplar aspectos técnicos, de gestión, organización, económicos, de seguridad y ambientales. Su objetivo es acompañar el crecimiento empresarial, incorporando métodos de mejora continua que se ajusten automáticamente a cada etapa de desarrollo. La necesidad del mantenimiento surge porque toda máquina o equipo experimenta degradaciones durante su vida útil. Sin intervención, estas degradaciones reducen el rendimiento y acortan la vida del equipamiento, impidiendo alcanzar plenamente su objetivo original. Un servicio de mantenimiento efectivo optimiza

la prestación, preserva la funcionalidad del equipo y garantiza su máximo aprovechamiento. (Boero, 2020)

El mantenimiento preventivo es una estrategia sistemática de supervisión y gestión de instalaciones, máquinas y equipos. Se caracteriza por ser constante, regular y proyectada, con el propósito fundamental de reducir emergencias y garantizar la operación continua. La implementación de este plan involucra dos roles principales: los técnicos, encargados de la inspección, y los operadores, responsables de la limpieza y calibración de los equipos. Su objetivo primordial es minimizar interrupciones y prevenir la depreciación excesiva de los activos de una empresa. Esta metodología se distingue por ser proactiva: identifica y corrige potenciales fallas antes de que ocurran, en lugar de esperar a repararlas una vez manifestadas. Para ser efectivo y rentable, el programa requiere una planificación meticulosa y una revisión continua que permita optimizar constantemente sus procesos. La esencia del mantenimiento preventivo radica en mantener los equipos en condiciones óptimas de operación, anticipándose a posibles fallos y prolongando su vida útil. (González Ajuech, 2017)

El costo de mantener y reparar equipos constituye un elemento integral del precio final del producto. Este gasto es ineludible, independientemente de la eficiencia con que se gestione el mantenimiento. La influencia de estos costos en los gastos generales empresariales es significativa, representando típicamente entre un 5-10% del costo total. Aunque este porcentaje podría parecer modesto, se distingue por dos aspectos fundamentales: Primero, es un costo flexible que la empresa puede regular internamente, a diferencia de otros gastos fijos como las materias primas. Esto permite ajustar la asignación de recursos según las necesidades y capacidades de la organización. Segundo, representa una inversión que requiere liquidez inmediata y no se recupera directamente, contrastando con el gasto en materias primas, que se puede recuperar gradualmente mediante la venta de productos terminados. (Navarro Elola, 2009)

Ecuador destaca globalmente por la producción de cacao fino de aroma, una variedad excepcional altamente valorada por los fabricantes de chocolate premium. Este sector productivo representa un pilar fundamental en la economía ecuatoriana, generando no solo importantes ingresos para el país, sino también creando numerosas fuentes de empleo. El sector chocolatero ecuatoriano experimenta una notable expansión, impulsada principalmente por el surgimiento de pequeños emprendimientos que transforman el

cacao local en chocolates artesanales de primera calidad, agregando valor significativo a la cadena productiva nacional. (ProEcuador, 2019)

Antecedentes:

La microempresa Choc Marver, fundada el 21 de abril de 2011 y ubicada en el Barrio el Rumipamba, Latacunga, se dedica tanto a la fabricación de maquinaria como a la producción y comercialización de chocolates artesanales utilizando cacao nacional de alta calidad. Desde sus inicios, la empresa se ha distinguido por ofrecer productos que conservan los nutrientes naturales del cacao, evitando el uso excesivo de conservantes y manteniendo un enfoque en la personalización de chocolates según las preferencias del cliente. Este enfoque ha permitido a Choc Marver posicionarse como un referente en la producción artesanal de chocolates personalizados.

A lo largo de su trayectoria, Choc Marver ha logrado consolidar una base sólida en el mercado, ampliando su gama de productos y adoptando tecnologías para mejorar la uniformidad y eficiencia de sus procesos productivos. Sin embargo, uno de los mayores desafíos que enfrenta es la reducción del tiempo de refinado sin comprometer la calidad. Este problema impacta directamente en su capacidad de producción y competitividad, especialmente en un mercado que exige alta calidad y tiempos de respuesta más ágiles.

La motivación de esta propuesta radica en la necesidad de Choc Marver de optimizar su proceso de refinado de chocolate, específicamente reduciendo el tiempo que toma esta etapa crítica. La mejora del proceso permitirá a la empresa no solo aumentar su eficiencia, sino también mantener la calidad que caracteriza a sus productos, lo que la ayudará a mantenerse competitiva en la industria del chocolate artesanal. Los resultados de esta investigación podrían, además, servir de referencia para otras microempresas que enfrentan desafíos similares en la optimización de sus procesos productivos.

En su investigación presentada en la Universidad Señor de Sipán (Pimentel), (Silva Labán, 2021) se enfocó en optimizar los procesos de producción de chocolate en una empresa limeña, específicamente en las etapas de refinado y mezclado, con el propósito de mejorar su productividad. El estudio empleó una metodología aplicada con diseño no experimental, utilizando diversos métodos de recolección de datos como revisión documental, observación directa y encuestas. Para el análisis se implementaron herramientas de ingeniería como los diagramas de Ishikawa y Pareto, junto con un análisis

de tiempos. La investigación identificó tres causas principales que afectaban la rentabilidad: la ausencia de programas de capacitación continua, el desconocimiento del personal sobre la importancia de la rentabilidad, y la falta de un sistema de incentivos. Durante el período de estudio (febrero-marzo), se detectó que solo 3 de 19 lotes producidos cumplieron con el tiempo estándar establecido, mientras que los 16 restantes presentaron retrasos significativos, evidenciando problemas en el proceso de mezclado. Como resultado de la implementación de capacitaciones regulares, la rentabilidad mostró una mejora sustancial, aumentando del 26.3% al 73.7%.

En su investigación para la Pontificia Universidad Católica del Perú, (Castillo Valdez, 2020) analizó la implementación del sistema MRP (Plan de Requerimientos de Materiales) como solución a los problemas de disponibilidad de materiales en entornos industriales. El estudio empleó una metodología descriptiva no experimental, utilizando diversas herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa, el sistema MRP, además de técnicas tradicionales de recolección de datos como entrevistas, encuestas y revisión documental. La investigación reveló tres factores principales que impactaban la rentabilidad empresarial: problemas en la gestión de la cadena de suministro, desviaciones del plan de producción establecido, y demoras en el cumplimiento de los plazos de entrega a clientes. Los resultados de la implementación del MRP fueron notables: se logró una reducción significativa en los costos de inventario, pasando de \$28,162,500 a \$1,555,500. Además, se consiguió resolver el problema fundamental de disponibilidad de materias primas e insumos, asegurando su entrega oportuna en las cantidades necesarias y al menor costo posible, lo que resultó en un incremento sustancial de la rentabilidad hasta alcanzar un 95%.

(Clemente, 2017) desarrolló un estudio enfocado en optimizar los procesos de una microempresa chocolatera mediante la aplicación de principios de manufactura esbelta. El objetivo principal de la investigación fue incrementar la competitividad y productividad de la MIPYME a través de mejoras en sus procesos productivos. Para la recolección de datos, se implementaron diversas herramientas de análisis de procesos, entre ellas diagramas de flujo, mapeo de recorrido y análisis operativo. El estudio estableció cuatro indicadores principales para medir los resultados: dos destinados a evaluar el desempeño de los equipos y dos adicionales para verificar la efectividad de las mejoras implementadas.

En su estudio, (Pazmiño, 2017) se enfocó en el desarrollo de un plan de mejora continua para optimizar la producción de chocolates y caramelos en una empresa del sector alimentario. La investigación tuvo como objetivo principal diseñar estrategias específicas para mejorar los procesos de una compañía dedicada a la confitería, con particular atención en sus líneas de producción de chocolates y golosinas. Los hallazgos revelaron que la implementación de un sistema de control basado en indicadores de rendimiento permitió detectar y corregir oportunamente las desviaciones en los procesos de producción.

La planificación del mantenimiento preventivo consiste en determinar tareas, procesos, procedimientos y controles los cuales, al llevarse a cabo, representan la base de una ejecución eficiente de operaciones de la planta. Estos mismos principios de planificación son aplicables al sector de mantenimiento de la organización. Al planificarse las actividades necesarias, el proceso de gestión operaciones es agilizado y los esfuerzos pueden ser enfocados hacia el mejoramiento del proceso mismo u otras actividades esenciales. (Duffuaa & A. Raouf, 2000)

Las actividades de planificación del mantenimiento preventivo son:

- a) Definición de equipos críticos
- b) Determinación de tareas de mantenimiento.
- c) Asignación de frecuencias de mantenimiento

Según (Román, 2014), el establecimiento de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la criticidad de los equipos permite optimizar la planificación de las actividades de mantenimiento y su frecuencia. Este enfoque facilita la priorización tanto de equipos como de sus componentes, lo que a su vez permite una gestión más eficiente en la adquisición de repuestos, evitando gastos superfluos. El autor enfatiza que la evaluación de la criticidad de cada equipo es fundamental, ya que esto permite determinar la prioridad de las intervenciones necesarias y evaluar de manera más efectiva la funcionalidad del plan de mantenimiento implementado.

(Suárez, 2007) define el mantenimiento preventivo como un conjunto de actividades planificadas orientadas al control, detección y prevención de fallas, con el objetivo de mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento según estándares establecidos. Estas actividades se ejecutan siguiendo intervalos regulares que se

determinan considerando tres factores clave: las especificaciones del fabricante, las condiciones operativas del equipo y el registro histórico de sus averías.

(Pontelli, 2016) describe el mantenimiento preventivo como una metodología sistemática que inicia con la identificación de puntos críticos en los equipos, con el propósito de minimizar los períodos de inactividad o bajo rendimiento. Este enfoque de mantenimiento se fundamenta en tres pilares: la planificación, el establecimiento de estándares y la realización de verificaciones sistemáticas para detectar indicadores de mal funcionamiento. La implementación se basa tanto en las recomendaciones proporcionadas por el fabricante durante la instalación o a través de manuales, como en la experiencia acumulada por el personal durante el desarrollo de sus actividades. La combinación de estos elementos permite desarrollar estándares que establecen qué acciones deben realizarse, cómo ejecutarlas y con qué frecuencia deben efectuarse los controles.

De acuerdo con el estudio realizado por (Barona, 2011) en su investigación sobre la implementación de programas de mantenimiento en OTORGO LTDA, se identificó la urgencia de reestructurar el sistema de mantenimiento desde un enfoque más técnico. Esta necesidad surgió debido a que el método correctivo utilizado hasta entonces no satisfacía las expectativas de los directivos de producción, principalmente por los sobrecostos que generaba. Como respuesta a esta problemática, se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo estructurado en tres ejes fundamentales: la lubricación sistemática de los equipos, el mantenimiento de los componentes eléctricos y electrónicos, y el cuidado de los elementos mecánicos.

Justificación:

La **importancia** de este estudio radica en la necesidad de optimizar los procesos de producción de chocolate en la microempresa. Mejorar la viscosidad del chocolate y reducir el tiempo de producción no solo mejorará la calidad del producto final, sino que también aumentará la eficiencia operativa. Estos cambios son esenciales para mantener la competitividad en un mercado cada vez más exigente y para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de la empresa.

El **impacto** de implementar las mejoras propuestas será significativo tanto para la empresa como para sus clientes. Al reducir el tiempo de producción, se podrá aumentar

la capacidad productiva, permitiendo satisfacer una mayor demanda sin comprometer la calidad. Además, la mejora en la viscosidad del chocolate resultará en productos con mejores características organolépticas, lo que aumentará la satisfacción del cliente y potencialmente ampliará la base de consumidores.

La **utilidad** de este estudio se manifiesta en la identificación y aplicación de métodos específicos que optimicen los procesos de refinado y conchado en la producción de chocolate. Estas mejoras no solo ayudarán a reducir los costos operativos, sino que también permitirán ofrecer un producto más consistente y de alta calidad. Esta optimización es crucial para mantener y mejorar la posición de la empresa en el mercado.

Los **beneficiarios** directos de este estudio son múltiples. En primer lugar, la microempresa se beneficiará al mejorar su eficiencia y calidad, lo que puede conducir a un aumento en las ventas y en la fidelización de los clientes. En segundo lugar, los clientes serán beneficiados con productos de mejor calidad y con una mayor consistencia en cada lote de producción. Finalmente, los empleados también se verán beneficiados a través de procesos de trabajo más eficientes y menos demandantes.

La **factibilidad** de este proyecto es alta, dado que la microempresa ya cuenta con una infraestructura adecuada y un equipo comprometido con la mejora continua. Además, se ha demostrado ser capaz de implementar nuevas tecnologías y adaptarse a cambios en sus procesos productivos. Los estudios previos y las innovaciones tecnológicas disponibles proporcionan una base sólida para asegurar que las mejoras propuestas pueden ser implementadas de manera efectiva y sostenible.

Objetivos

Objetivo general:

Mejorar el proceso de refinado de chocolate en la microempresa Choc Marver, con el fin de reducir el tiempo de producción.

Objetivos Específicos:

- Realizar el diagnóstico inicial del proceso de refinado de chocolate en la microempresa Choc Marver, identificando las etapas clave, maquinaria utilizada, y los parámetros de operación actuales.

- Evaluar el estado actual de los equipos en el proceso de refinado de chocolate, utilizando un modelo de criticidad, para establecer un plan de mantenimiento preventivo que optimice la eficiencia operativa
- Elaborar un plan de mantenimiento para la refinadora que interviene en el proceso de elaboración de chocolate, con el fin de minimizar las interrupciones operativas no programadas que requieren intervenciones de mantenimiento

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Choc Marver es una microempresa localizada en Latacunga, específicamente en el barrio El Rumipamba. Desde su creación el 21 de abril de 2011, se ha dedicado tanto a la fabricación de maquinaria como a la producción y comercialización de chocolates artesanales, utilizando cacao nacional de alta calidad como materia prima. A lo largo de los años, ha logrado consolidarse en el mercado local, gracias a la oferta de productos únicos que combinan el saber hacer tradicional con el uso de maquinaria propia. Sin embargo, a pesar de su éxito, la microempresa enfrenta diversos retos en su proceso productivo, particularmente en la etapa de refinado de chocolate, que afecta su eficiencia operativa y la calidad de sus productos finales.

Uno de los problemas más críticos dentro de la producción es el mal funcionamiento del variador de frecuencia del motor de la refinadora de chocolate. Este dispositivo, encargado de regular la velocidad del motor, se encuentra defectuoso, lo que provoca que el motor opere a una velocidad inferior a la óptima. Como consecuencia, el proceso de refinado se alarga, lo que incrementa los tiempos de producción.

Además, el prolongado tiempo de refinado ha impactado directamente en la capacidad de Choc Marver para cumplir con los plazos de entrega establecidos con los clientes. El retraso en la producción afecta la puntualidad en la entrega de los pedidos, generando posibles insatisfacciones entre los clientes. Este incumplimiento de los tiempos de entrega no solo afecta la relación con los clientes actuales, sino que también pone en riesgo la reputación de la microempresa dentro de un mercado competitivo. A largo plazo, estos problemas pueden reducir la demanda y afectar la confianza en la microempresa. Es evidente que la microempresa necesita implementar un plan de mantenimiento para optimizar sus operaciones y prevenir futuros problemas en el proceso de refinado.

Un enfoque integral que incluya la instalación de un nuevo variador de frecuencia, la actualización de la maquinaria y un mantenimiento preventivo regular permitiría mejorar el rendimiento de los equipos, reducir tiempos de producción y minimizar paradas no planificadas. Estas acciones no solo mejorarían la calidad y consistencia del chocolate, sino que también asegurarían el cumplimiento de los plazos de entrega, satisfacer la demanda del mercado y mantener la competitividad de la empresa a largo plazo.

Un mantenimiento adecuado no solo previene fallas críticas, sino que extiende la vida útil de los equipos y garantiza una operación eficiente y continua.



Imagen 1. Refinadora de chocolate 50 Kg.
Fuente: Choc Marver

Información general de la microempresa

A continuación, se presenta la Tabla 1, que ofrece información general sobre la microempresa Choc Marver.

Tabla 1. Información general de Choc Marver

DESCRIPCIÓN	DETALLE
RAZÓN SOCIAL:	Choc Marver
RUC:	0503255010001
REPRESENTANTE LEGAL:	Tanquino Muñoz Marlon Patricio
PRINCIPALES ACTIVIDADES:	Elaboración de chocolate, fabricación de maquinaria chocolatera
PROVINCIA / CANTÓN / PARROQUIA:	Cotopaxi / Latacunga / La Matriz
DIRECCIÓN:	Barrio El Rumipamba, Calle Remigio Romero y Cordero 1050 y Medardo Ángel Silva
CELULAR:	0960139365 - 0996140530
CORREO ELECTRÓNICO:	chocmarver2019@hotmail.com
NÚMERO DE TRABAJADORES:	4
HORARIO DE TRABAJO:	8:00 a.m. – 17:00 p.m.

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Logotipo de la microempresa

En la Imagen 2 presenta el logotipo de Choc Marver, un elemento visual fundamental que ha sido parte integral de la identidad de la microempresa desde su creación en el 2011, a lo largo de los años, ha evolucionado para reflejar la dedicación y la pasión que Choc Marver pone en la elaboración de chocolates artesanales de alta calidad.



Imagen 2. Logo Choc Marver
Fuente: Choc Marver

Ubicación de la microempresa

La ubicación de Choc Marver en Latacunga es altamente estratégica, ofreciendo ventajas logísticas significativas que benefician tanto a la empresa como a sus clientes y proveedores. Situada en una zona de fácil acceso, la empresa se encuentra cerca de importantes vías de comunicación y la calle principal, lo que facilita el transporte y

distribución de productos. Esta proximidad a rutas clave no solo optimiza los procesos logísticos, sino que también permite una mayor eficiencia en la gestión de la cadena de suministro como se muestra en la imagen 3.



Imagen 3. Ubicación Choc Marver

Fuente: Google maps

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Proceso de Refinado de Chocolate

El proceso de refinado de chocolate comienza con la recepción de la materia prima, donde se inspeccionan cuidadosamente ingredientes esenciales como la manteca de cacao, polvo de cacao, leche en polvo, azúcar y esencias. Estos ingredientes son verificados para garantizar que cumplan con los estándares de calidad requeridos.

Una vez verificada la materia prima, se procede a la preparación inicial, que incluye el encendido de la refinadora, ajustada a una temperatura de 80°C. En primer lugar, se agrega la manteca de cacao, asegurándose de que se derrita de manera uniforme. A continuación, se incorporan gradualmente el polvo de cacao, la leche en polvo y el azúcar, utilizando equipos de mezcla de alta velocidad para garantizar una integración homogénea de los ingredientes. Este paso es importante para evitar la formación de grumos y asegurar una mezcla suave.

Tras la mezcla de los ingredientes principales, se añaden esferas de acero a la refinadora. Estas esferas actúan como agentes de molienda, ayudando a descomponer las partículas de cacao, azúcar y otros componentes, lo que mejora la textura del chocolate. En esta fase también se agregan esencias de vainilla y chocolate para intensificar el sabor y aroma del producto.

A continuación, se inicia el proceso de refinado, donde el chocolate se procesa durante 43 horas, con una temperatura controlada entre 70°C y 80°C. Durante este tiempo, se reduce el tamaño de las partículas y se logra una textura suave y homogénea. El refinado se supervisa constantemente, la fluidez del chocolate para garantizar que se mantengan las condiciones óptimas. Este paso es esencial para obtener una consistencia fina y brillante en el producto final.

Una vez completado el refinado, el chocolate se vierte en moldes específicos según el tipo de producto que se va a fabricar. Se cuida de eliminar las burbujas de aire atrapadas y se nivelan los moldes para asegurar una distribución uniforme del chocolate. Posteriormente, los moldes se colocan en otra área para su enfriamiento.



Después del moldeado, se procede al desmolde, donde las piezas de chocolate se extraen con cuidado para evitar que se dañen. Se realiza una inspección visual para asegurarse de que no haya defectos en las piezas desmoldadas. A continuación, el chocolate se envía a la etapa de empaquetado, donde se seleccionan los empaques adecuados para proteger el producto de la humedad y otros contaminantes. El empaquetado es manual, y los paquetes se sellan y etiquetan con información relevante, como ingredientes y fecha de caducidad.

Finalmente, el chocolate empaquetado pasa a la fase de distribución, donde se planifican las rutas y métodos de transporte para asegurar que el producto llegue en óptimas condiciones a los clientes.

Producto Obtenido del Refinado de Chocolate

- **Chocolate para repostería:** Este tipo de chocolate se caracteriza por su alta concentración de cacao y su versatilidad en la cocina. Se utiliza como ingrediente principal en la elaboración de postres, pasteles, galletas entre otros.
- **Barras de chocolate:** Son productos listos para el consumo, elaborados con diferentes porcentajes de cacao y una amplia variedad de sabores y rellenos.

Tabla 2. Productos del refinado de chocolate por lote

Producto	Ilustración	Dimensión	Producción (kg)	Peso en gramos de cada barra	Unidades totales en barras
Chocolate para repostería		22 cm x 14,5 cm	20	1000	20
Barras de chocolates		15,5 cm x 6,5 cm	15	500	30
		10,5 cm x 4,5 cm	5	100	50
		5,5 cm x 4,5 cm	5	50	100
		2,5 cm x 2,5 cm	5	30	167
Total			50	1680	367

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Producción de la microempresa

En el contexto productivo, es importante destacar que esta microempresa centra sus operaciones en la fabricación de productos derivados del chocolate. Los datos de producción analizados demuestran en la Tabla 3, una producción total de 2.500 kg de chocolate desde enero hasta julio de 2024. El control de la producción diaria se gestiona a través de paradas de producción, cada una con un rendimiento de 50 kg. Este control se ajusta según las temporadas del año, clasificadas en temporada alta (enero y febrero), temporada baja (junio y julio) y temporada normal (resto de los meses), con las siguientes características:

Temporada baja: 1 a 2 paradas diarias.

Temporada normal: 2 a 3 paradas diarias.

Temporada alta: 3 a 4 paradas diarias.

Tabla 3. Producción de la microempresa

Mes	Kg. producto
Enero	450
Febrero	500
Marzo	350
Abril	300
Mayo	350
Junio	300
Julio	250
Total	2500

Elaborador por: Heredia, Bryan (2024).

Estudio de tiempos del proceso de refinado

El inicio de la investigación se fundamentó en un análisis diagnóstico del área productiva, enfocándose específicamente en identificar las causas de la baja productividad desde una perspectiva funcional. La metodología seleccionada para mejorar la productividad fue el método de regresos a cero. Como señala (Meyers, 2000), este método presenta sus propias fortalezas y limitaciones cuando se compara con la técnica de tiempo continuo. De hecho, los especialistas en estudios de tiempos frecuentemente implementan ambas metodologías, reconociendo que el método de regresos a cero resulta más efectivo para elementos de larga duración, mientras que la técnica de tiempo continuo se adapta mejor a ciclos de producción cortos.

El diagrama presenta un desglose detallado de las actividades involucradas en el proceso de refinado de chocolate, desde la preparación de la masa hasta el empaquetado final del producto. Se han registrado tiempos y distancias para cada actividad, lo cual permite identificar los cuellos de botella y las áreas de mejora.

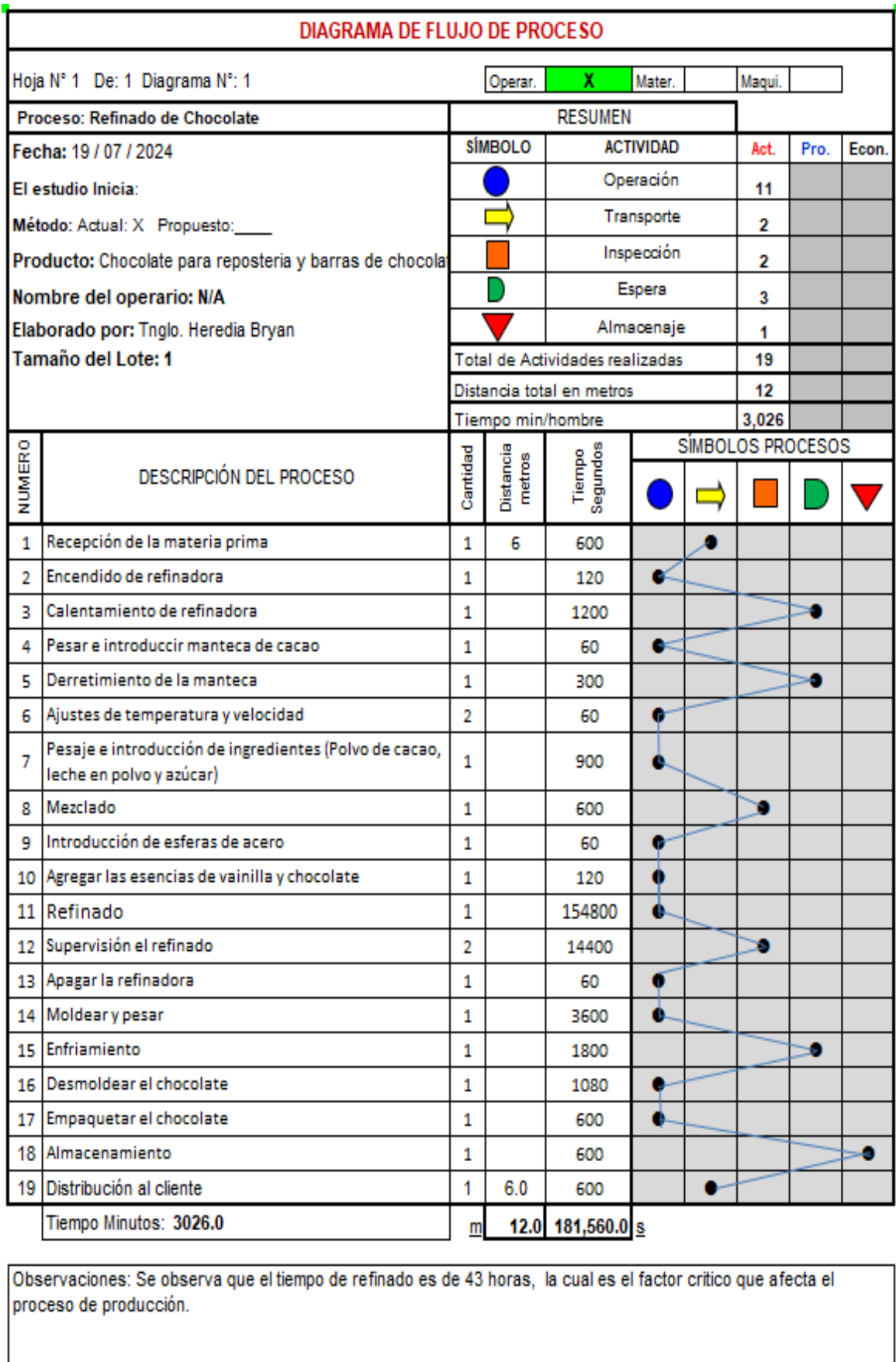


Gráfico 1. Cursograma analítico del proceso actual de refinado de chocolate
Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

El análisis del tiempo de refinado del chocolate, que actualmente dura 43 horas, destaca como punto crítico el fallo del variador de frecuencia. Este dispositivo, encargado de controlar la velocidad del motor que gira el eje de la refinadora, está fallando, lo que provoca una ineficiencia en el proceso y un tiempo prolongado.

El resto de los componentes de la maquinaria, como el sistema de temperatura, el motor y las esferas de acero, se encuentran en óptimas condiciones, lo que descarta otras posibles causas de retraso. Por lo tanto, la única variable problemática es el variador de frecuencia, cuya falta de precisión y control afecta directamente el tiempo de refinado. La corrección de esta falla debería reducir considerablemente la duración del proceso.

Diagrama de flujo del proceso de refinado de chocolate

El Gráfico 1 ilustra el diagrama de flujo del proceso de refinado de chocolate, desde la recepción de materia prima hasta la distribución al cliente.

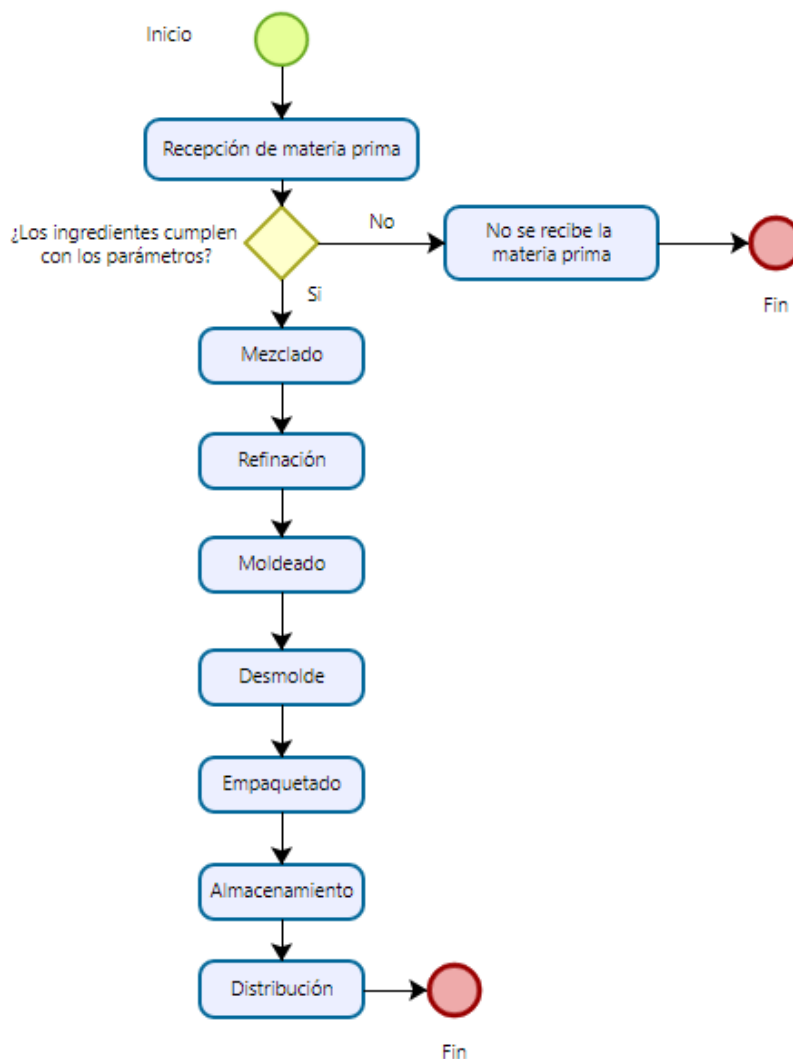



Gráfico 2. Diagrama del proceso de refinado de chocolate.
Elaborador por: Heredia, Bryan (2024).

De manera similar, el Diagrama de Flujo muestra los procesos secuenciales involucrados en la producción de chocolate, desde la recepción de materia prima hasta la distribución final. Estos procesos operan en cadena, lo que significa que cualquier interrupción o falla, como el incumplimiento de parámetros de los ingredientes o una demora en la refinación, puede afectar el flujo general de producción. Tal como se observa en el gráfico, si los ingredientes no cumplen con los estándares, el proceso se detiene en esa etapa, evitando que se reciba la materia prima y, por lo tanto, retrasando el resto del proceso. De este modo, es importante que cada etapa funcione sin contratiempos para evitar retrasos que impacten negativamente en la producción.

Caracterización del proceso de refinado de chocolate

A continuación, se presenta una ficha de caracterización del proceso de refinado de chocolate, detallando todas las etapas claves: recepción de materia prima, mezcla de ingredientes, refinado, moldeo, desmoldeo y empaque, y distribución. Cada etapa está asignada a responsables específicos, con documentos de referencia y registros generados para asegurar la calidad y trazabilidad en todo el proceso. Esta ficha proporciona una visión clara de los procedimientos y controles implementados en el proceso de refinado de chocolate.

Tabla 4. Caracterización de proceso

		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		Rev. 01
			Fecha de actualización:	2/10/2024
Nombre del Proceso		Refinado de chocolate		
Dueño del proceso		Bryan Heredia		
Misión del proceso		Minimizar el tiempo del proceso de refinado de chocolate, asegurando la eficiencia sin comprometer la calidad del producto, para cumplir con los plazos establecidos.		
Entradas del proceso		Proveedores de las entradas		
1	Manteca de cacao, polvo de cacao, leche en polvo, azúcar, esencias.	1	Área de bodega	

2	Energía Eléctrica	2	ELEPCO	
Salidas del proceso		Receptores de las salidas		
1	Chocolate artesanal.	1	Cliente	
Controles establecidos				
1	Tiempo de refinado	2	Calidad del producto final	
		3	Mantenimiento preventivo de la maquinaria	
DETALLE DEL PROCESO				
Etapas/actividades del proceso		Responsable	Documentos asociados	Registros
1	Recepción de Materia Prima	Bodega	Orden de compras	Registro de entradas de MP
2	Mezcla de ingredientes	Jefe de producción	Formula del producto	-
3	Refinado de chocolate	Jefe de producción	Manual de operación	Inducción y charlas
4	Moldeo	Jefe de producción	Guías de moldes	Registro de lotes de moldes
5	Desmoldeo y empaque	Jefe de producción	Instrucciones de empaque	Registros de empaques
6	Distribución	Ventas y Marketing	Listado de clientes	Registros de envíos
Indicador del proceso		Tiempo de refinado por lote	Frecuencia de Medición	Semanal
Recursos				
1	Personal capacitado	4	Energía Eléctrica	
2	Equipos y maquinaria	5	Documentación	
3	Materia prima	6	Instalaciones	
Requisitos de la norma ISO 9001:2015:		Capítulo 8.5.1: Control de la producción y la prestación del servicio		

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Para evidenciar la secuencia de los procesos, el diagrama muestra cómo el variador de frecuencia defectuoso afecta directamente la etapa de refinación en la producción de chocolate. Esta falla impide que el eje giratorio funcione a la velocidad adecuada, lo que

ralentiza significativamente el tiempo de refinación, aumentando el tiempo total del proceso de producción. El tiempo estimado para resolver este tipo de fallas en el variador de frecuencia puede extenderse considerablemente, afectando así la eficiencia general de la línea de producción y provocando retrasos en las etapas posteriores como el moldeado, desmolde y empaquetado.



Imagen 4. Variador de frecuencia defectuoso
Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Siguiendo esta línea de análisis, se puede observar en la tabla 5 los costes de mantenimiento asociados al proceso de refinado de chocolate. El cambio del variador de frecuencia representa el costo más elevado, siendo una pieza clave para el correcto funcionamiento del motor y la maquinaria. Esta falla en el variador es recurrente y afecta directamente la eficiencia de la producción, lo que obliga a su reemplazo para mantener el proceso en marcha. Además, el ajuste de rodamientos y el cambio de sellos mecánicos son intervenciones necesarias para garantizar la operatividad continua de la maquinaria, evitando problemas futuros. Estos costos de mantenimiento permiten prolongar la vida útil del equipo, asegurando una mayor estabilidad en el proceso productivo.

Tabla 5. Gastos de mantenimiento

Descripción del mantenimiento	Costo
Reemplazo de variador	\$250
Revisión y ajustes del sistema de eje	\$150
Cambio de termostato	\$50
Cambio de aceite del motor	\$30
Total	\$480

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Del mismo modo, la tabla 6 presentada indica los costos operativos asociados a los retrasos de producción generados por fallas en la maquinaria del proceso de refinado de chocolate. La necesidad de realizar mantenimiento correctivo, especialmente al variador de frecuencia, puede requerir un intervalo de 120 a 180 minutos para resolver el problema, dependiendo de la complejidad de la falla. Cada hora de inactividad conlleva pérdidas significativas, ya que durante ese tiempo la producción se detiene, afectando la capacidad de la microempresa para cumplir con su meta diaria de elaboración. Este contratiempo repercute directamente en el flujo de trabajo planificado, generando desajustes en la producción y potencialmente afectando la satisfacción del cliente.

De la misma manera, la tabla muestra los retrasos de producción generados por fallas en el variador de frecuencia de la maquinaria de refinado de chocolate. Estos problemas pueden extender el tiempo de producción entre 2 a 4 horas al día, dependiendo de la gravedad de la falla. Durante cada hora de inactividad, la empresa no puede continuar con la producción planificada, lo que representa pérdidas considerables. "Las interrupciones en el proceso tienen un efecto directo sobre los objetivos productivos diarios. Esta situación no solo altera el ritmo de trabajo planificado, sino que también conlleva un incremento sustancial en los gastos de operación."

Tabla 6. Estimación anual de costos por interrupciones operativas

Tipo de recurso o Personal	Cantidad (B)	Duración del retraso productivo (horas) (C)	Costo por el tipo recurso o personal (USD) (D)	Costo anual (E=BCD) (USD)
Operador	1	40	10	400
Ingeniero de mantenimiento	1	40	20	800
Energía (operativa)	15,88	40	0.9	571.68
Total				1771.68

Elaborador por: Heredia, Bryan (2024).

A pesar de que las operaciones continúan, se experimentan demoras que interfieren con los planes de producción establecidos, lo que ocasiona un aumento progresivo en los costos. La resolución de esta situación requiere un tiempo aproximado de dos horas,

durante las cuales se ejecutan tres pasos fundamentales: el transporte del equipo, el cambio del variador de frecuencia y la reconexión al sistema eléctrico.

Cálculo de productividad de chocolate

La producción se define como la relación entre el resultado obtenido y la totalidad de recursos e insumos utilizados para alcanzar los niveles de fabricación requeridos. Además, los recursos que se encuentran en el proceso son considerados como entradas y salidas. (Fontalvo Herrera, 2018)

Ecuación 1. Cálculo de producción de chocolate en 1 hora

$$PR = \frac{\text{Materia Prima Procesada}}{\text{Horas totales de trabajo}}$$
$$PR = \frac{2500}{1344} = 1.86 \text{ kg/hora}$$

Fallos determinados

Cuando se detecta un fallo en un equipo o sistema, es fundamental aplicar diferentes técnicas que permitan investigar a fondo las causas y consecuencias. Esto facilita planificar un mantenimiento adecuado para corregir el problema de manera eficaz y en el momento oportuno.

A continuación, se describen algunas de las técnicas comunes para identificar fallos.

Técnicas para la Identificación de Fallos:

- Fallos técnicos: Estos ocurren cuando el equipo presenta un funcionamiento anormal, lo que puede impactar negativamente su rendimiento o disminuir su capacidad de operación.
- Fallas funcionales: Surgen cuando el activo no logra cumplir con su función asignada según los parámetros establecidos por el usuario o los estándares técnicos.
- Modos de falla: Se refiere a la detección de las posibles causas de una falla o las formas en que un sistema podría fallar en su funcionamiento.

Tabla 7. Análisis de modo y efecto de la falla

SISTEMA	TIPO DE FALLO	MODO DE FALLA	DESCRIPCIÓN
Ajuste de temperatura en el refinado	Funcional	Falla en el controlador de temperatura	El mal funcionamiento del controlador puede causar sobrecalentamiento o enfriamiento, afectando la calidad del chocolate.
Configuración del variador de frecuencia	Funcional	Configuración incorrecta del variador	Una configuración incorrecta afecta la velocidad del proceso de refinado, reduciendo la eficiencia del proceso.
Mantenimiento del motor reductor	Funcional	Fallo en los rodamientos del motor	El desgaste de los rodamientos puede generar vibraciones excesivas que dañan la maquinaria.
Sistema de calentamiento	Funcional	Fallo en las resistencias del calentador	Las resistencias defectuosas o desgastadas por uso prolongado provocan un calentamiento insuficiente, afectando la calidad del producto.
Limpieza del equipo	Funcional	Acumulación de residuos de cacao	La falta de limpieza adecuada afecta la eficiencia del proceso y la calidad del chocolate refinado.

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

En este contexto, la microempresa Choc Marver cuenta con varios equipos clave dentro del proceso de refinado de chocolate, incluyendo un variador de frecuencia, caja reductora, motor de la refinadora, eje de giro y un termostato para el sistema de calentamiento.

Cada uno de estos equipos es esencial para la producción eficiente de chocolate, ya que su correcto funcionamiento garantiza la fluidez del proceso. El variador de frecuencia es el equipo más crítico, ya que cualquier falla en este componente puede afectar directamente la operación. En cambio, equipos como la caja reductora, el motor de la refinadora y el termostato han demostrado ser altamente confiables, con una disponibilidad del 100%, lo que significa que no presentan paradas ni tiempos inactivos durante las operaciones.

Estos equipos son parte integral del sistema de refinado, y su mantenimiento preventivo es crucial para evitar fallos futuros y asegurar la continuidad operativa en la producción diaria.

Tabla 8. Indicador de mantenimiento

Equipo	Número de fallas	Parada (min)	Tiempo requerido (min)	Tiempo inactivo (min)	Operación TD (min)	TME F (min)	TMP R (min)	D (%)
Variador de Frecuencia	3	960	4800	5250	3840	-705	2625	80%
Caja Reductora	0	0	0	0	0	0	0	100%
Motor de la Refinadora	0	0	0	0	0	0	0	100%
Eje de Giro	0	0	0	0	0	0	0	100%
Termostato (Calentamiento)	0	0	0	0	0	0	0	100%

Elaborador por: Heredia, Bryan (2024).

Área de estudio:

Tabla 9. Estudio del campo.

Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Sistemas Industriales
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Gestión de sistemas productivos
Aspecto	Diseño de mejora en el proceso de refinado de chocolate
Objetivo de estudio	Fallas en la maquinaria
Periodo de análisis	Abril 2024 - agosto 2024

Elaborador por: Heredia, Bryan (2024).

Modelo operativo:

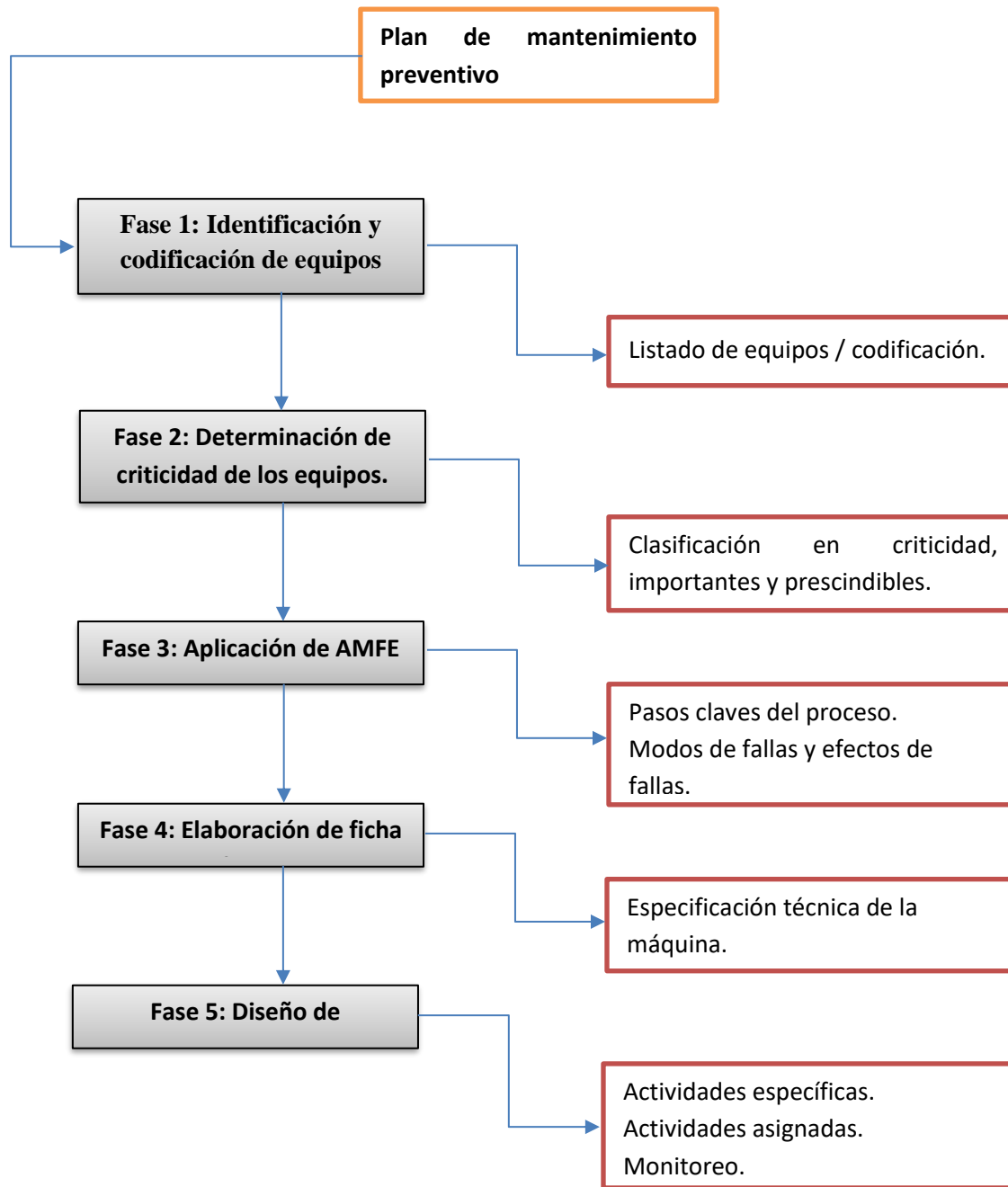


Gráfico 3. Modelo operativo
Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Desarrollo del modelo operativo:

Determinación de fallos

En función de lo mencionado previamente, identificar las fallas en los equipos es fundamental para definir los componentes requeridos para su adecuado mantenimiento. Además, la Tabla 8 muestra el sistema relacionado con el tipo de falla presente, el modo en que se manifiesta en la bomba, y una descripción detallada de la misma.

Realizar el Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) en la refinadora de chocolate, con el objetivo de identificar los modos de falla potenciales en los componentes más críticos. Además, evaluaré el impacto de estas fallas en el proceso de producción y determinaré la probabilidad de que ocurran, lo que permitirá priorizar las acciones correctivas necesarias para minimizar riesgos y optimizar el funcionamiento de la máquina. (Miranda, 2016)

Este análisis me permitirá priorizar los riesgos asociados con posibles fallos en el variador de frecuencia, el motor, las esferas de acero, y el sistema de calentamiento, entre otros. A través del AMEF, podré identificar las causas raíz de cada falla y calcular el índice de prioridad de riesgo (NPR), lo que me ayudará a definir acciones preventivas y correctivas efectivas.

Con esto, espero reducir el tiempo de inactividad, optimizar la eficiencia del proceso de refinado y asegurar la continuidad operativa, minimizando al mismo tiempo los costos asociados a fallas inesperadas y mantenimiento.

Tabla 10. AMFE Refinadora

Análisis de Modo y Efecto de la Falla

Proceso o Producto:	Refinado de chocolate
Área:	Producción

Elaborado por:	Heredia Bryan	Página: 1 de 1
Fecha:	17/09/2024	Rev.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.	Acciones Implementadas	SEV	OCU	DET	NPR
Ajuste de temperatura en el refinado	Falla en el controlador de temperatura	Sobrecalentamiento o enfriamiento, afectando la calidad del chocolate	1	Malfuncionamiento del controlador	1	Monitoreo constante del controlador	1	1	Inspección	Técnico de mantenimiento	Implementado	7	3	3	63
Configuración del variador de frecuencia	Configuración incorrecta del variador	Velocidad incorrecta afecta la eficiencia del refinado	10	Mala configuración del variador	9	Revisión y ajustes periódicos del variador	3	270	Reemplazo de variador	Operador	Pendiente	7	3	3	63

Mantenimiento del motor reductor	Fallo en los rodamientos del motor	Vibraciones excesivas que dañan la maquinaria	1	Desgaste de rodamientos por falta de mantenimiento	1	Lubricación y revisión trimestral	8	8	Cambiar rodamientos desgastados y aumentar frecuencia de lubricación	Responsable de mantenimiento	Implementado	7	3	2	42
Sistema de calentamiento	Fallo en las resistencias del calentador	Calentamiento insuficiente afecta la calidad del producto	3	Fallo en las resistencias por uso prolongado	4	Inspección y sustitución de resistencias defectuosas	3	36	Reemplazo de resistencias al detectar fallas	Técnico de mantenimiento	Implementado	6	3	2	36
Limpieza del equipo	Acumulación de residuos de cacao	Afecta la eficiencia del proceso y la calidad del chocolate	2	Falta de limpieza adecuada	8	Procedimientos de limpieza diarios y detallados	4	64	Implementar una supervisión rigurosa de la limpieza	Personal de limpieza	Implementado	7	3	3	63

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Análisis de criticidad de la refinadora

Este análisis cualitativo permite identificar qué tan críticas son las distintas áreas de la refinadora de chocolate y ayuda a enfocar esfuerzos en la seguridad, producción, calidad y mantenimiento, priorizando los aspectos más importantes para la operación eficiente.

Tabla 11. Análisis de criticidad

Equipo	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos (C M)	Impacto Seguridad e Higiene	Consecuencias	Criticidad	Evaluación
Variador de Frecuencia	3	9	1	4	2	8	27	Crítico
Caja Reductora	2	8	2	3	1	6	22	Importante
Motor de la Refinadora	1	9	1	2	2	7	17	Importante
Eje de Giro	2	7	2	3	1	5	18	Importante
Termostato (Calentamiento)	2	6	3	2	2	4	17	Prescindible

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Por lo antes expuesto, la tabla 9 describe la criticidad de los componentes de la refinadora. Se observa que el variador de frecuencia tiene un índice crítico, debido a su alto impacto operacional y costos de mantenimiento. Asimismo, la caja reductora, el motor de la refinadora, y el eje de giro presentan un índice de criticidad importante, ya que son elementos esenciales para el funcionamiento continuo del equipo. Finalmente, el termostato del sistema de calentamiento tiene un índice de criticidad prescindible, reflejando su menor impacto en la operación y flexibilidad del proceso.

Listado de componentes de la refinadora

Como punto de partida para desarrollar un sistema de mantenimiento efectivo, es fundamental identificar y catalogar todos los equipos del proceso. A continuación, en la Tabla 10, se detalla una clasificación jerárquica que servirá como referencia para

establecer un sistema de codificación de los elementos que componen la línea de refinado de chocolate en Choc Marver. Este listado también permite ubicar cada equipo dentro del sistema de producción, facilitando la gestión del mantenimiento y el control de los procesos operativos.

Tabla 12. Listado de componentes

Nivel 1 Área	Nivel 2 Equipo	Nivel 3 Sistema
Área de refinado de chocolate	Variador de Frecuencia	Sistema de control de velocidad
	Caja Reductora	Sistema de transmisión
	Motor de la Refinadora	Sistema de accionamiento
	Eje de Giro	Sistema de movimiento
	Termostato (Calentamiento)	Sistema de calentamiento

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Codificación de la Máquina y Componentes

Es fundamental crear un sistema de codificación para cada componente. Este código debe ser único para cada máquina y componente, lo que facilita la trazabilidad.

Tabla 13. Codificación de la máquina y componentes

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Codificación
Microempres a Choc Marver	M1				
	Refinador a de chocolate	RF			
		Sistema de movimiento	SM01		
			Variador de frecuencia	EVF01	M1-RF-SM01-EVF01

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Codificación
		Motor Eléctrico	EME01	M1-RF-SM01-EME01
		Caja reductora	MCR01	M1-RF-SM01-MCR01
		Eje de giro con paletas	MEG01	M1-RF-SM01-MEG01
	Sistema de calentamiento	SC01		
		Termostato	ETT01	M1-RF-SC01-ETT01

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Resumen de los equipos

En la Hoja Resumen de Equipos, se presenta información detallada sobre los equipos más relevantes en la producción de chocolate en la microempresa Choc Marver. En la tabla 14 se incluyen datos sobre la codificación única de cada equipo, su descripción, criticidad en el proceso productivo, y otros elementos esenciales como el tipo de sistema al que pertenece, la necesidad de mantenimiento condicional y correctivo, la formación requerida para su mantenimiento y los repuestos críticos asociados.

Tabla 14. Resumen de los equipos

Código	Descripción	Criticidad	Sistema	Condicional	Correctivo	Formación Necesaria	Repuesto Crítico
M1-RF-SM01-EVF01	Variador frecuencia	Crítico	Sistema de movimiento	Sí	Sí	Mantenimiento	Controlador Siemens G110
M1-RF-SM01-EME01	Motor eléctrico	Importante	Sistema de movimiento	No	Sí	Mantenimiento	Rotor 3kW
M1-RF-SM01-MCR01	Caja reductora	Importante	Sistema de movimiento	No	Sí	Mantenimiento	Engranaje cónico

Código	Descripción	Criticidad	Sistema	Condicional	Correctivo	Formación Necesaria	Repuesto Crítico
M1-RF-SM01- MEG01	Eje de giro	Prescindible	Sistema de movimiento	No	Sí	Mantenimiento	Cojinete de eje
M1-RF-SC01- ETT01	Termostato	Prescindible	Sistema de calentamiento	No	Sí	Mantenimiento	Sensor de temperatura

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Determinación de medidas preventivas

La Tabla 17 incluye dos apartados adicionales respecto a los análisis previos: las acciones propuestas y su clasificación. Estas acciones corresponden a soluciones ante los fallos identificados en el proceso de refinado de chocolate y han sido definidas a partir de la experiencia del personal técnico y de mantenimiento. Las acciones se clasifican en dos categorías: "Evitar", que busca prevenir fallos funcionales críticos en los equipos del proceso, y "Amortiguar", que permite mitigar los efectos negativos de aquellos fallos que no pueden evitarse completamente. Esta estructura proporciona un enfoque práctico y sistemático para mejorar la eficiencia y calidad del proceso, asegurando que las fallas se aborden de manera oportuna y efectiva.

Tabla 15. Determinación de medidas preventivas

Sistema	Tipo de Falla	Modo de Falla	Descripción	Clasificación	Acciones Propuestas
Controlador de Temperatura	Funcional	Fallo en el controlador	Temperatura no se ajusta	Evitar	Inspeccionar periódicamente el controlador y calibrar para evitar malfunciones
Variador de Frecuencia	Funcional	Configuración incorrecta	Velocidad inadecuada	Evitar	Ajustar y revisar la configuración de parámetros cada mes
Sistema de Calentamiento	Funcional	Fallo en resistencias	Calentamiento insuficiente	Amortiguar	Sustituir resistencias dañadas y realizar pruebas trimestrales

Sistema	Tipo de Falla	Modo de Falla	Descripción	Clasificación	Acciones Propuestas
Motor Reductor	Mecánico	Fallo en rodamientos	Vibraciones excesivas	Amortiguar	Lubricar y cambiar rodamientos cada tres meses
Sistema de Limpieza	Funcional	Acumulación de residuos	Ineficiencia en el proceso	Evitar	Implementar supervisión diaria para asegurar la limpieza total

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Identificación de componentes críticos para reemplazo

El análisis sistemático de las fallas ha permitido establecer un inventario de repuestos críticos para asegurar el funcionamiento continuo de la refinadora de chocolate, en la Tabla 16 presenta un catálogo detallado. Se destaca que, tras un análisis exhaustivo de los componentes más críticos, se identificó que el variador de frecuencia y el motor eléctrico son elementos fundamentales para el correcto funcionamiento del proceso de refinado. Además, la caja reductora y el eje de giro con paletas son cruciales para la transmisión de la energía, mientras que el termostato es vital para mantener la temperatura adecuada del producto. La identificación precisa de estos repuestos permitirá a la microempresa asegurar la eficiencia operativa y minimizar el tiempo de inactividad en la producción.

Tabla 16. Catálogo de repuestos críticos para mantenimiento

Denominación del componente	Sistema de codificación	Piezas de reemplazo	Especificaciones técnicas
Variador de frecuencia	M1-RF-SM01-EVF01	Variador de frecuencia	Siemens Sinamics G-110
Motor Eléctrico	M1-RF-SM01-EME01	Motor Eléctrico	1 HP, 220V, trifásico
Caja reductora	M1-RF-SM01-MCR01	Caja reductora	Relación de transmisión 1:30
Eje de giro con paletas	M1-RF-SM01-MEG01	Eje de giro	Longitud 1 m, diámetro 50 mm
Termostato	M1-RF-SC01-ETT01	Termostato	Rango de 60-80 °C, tipo manual

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

CAPÍTULO III PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

La presente propuesta tiene como objetivo desarrollar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la refinadora de chocolate de la microempresa Choc Marver.

Dado que la maquinaria en cuestión no cuenta con una codificación ni documentación técnica disponible, se ha estructurado un plan detallado que incluye la identificación y codificación de los componentes, la planificación de actividades de mantenimiento, y la ejecución de acciones correctivas y preventivas.

El enfoque propuesto garantiza un control eficiente de los equipos críticos, maximizando su vida útil y asegurando un proceso de refinado de chocolate más eficiente y confiable. Asimismo, se busca minimizar el tiempo de inactividad no planificado y optimizar los costos operativos a través de una gestión estructurada del mantenimiento basada en herramientas de ingeniería industrial.

Listado de equipos

En la Tabla 17, se presenta un resumen detallado de los componentes esenciales de la refinadora de chocolate, necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y facilitar el mantenimiento. Los componentes están clasificados por su codificación y sus características técnicas, lo que permite una identificación más ágil y una reposición rápida. Además, se ha considerado que todos los repuestos son fácilmente adquiribles en el mercado, sin la necesidad de realizar un desmontaje completo del equipo.

Tabla 17. Listado de equipos

Artículo	Codificación	Componentes	Código o Caracterización
Variador de frecuencia	M1-RF-SM01-EVF01	Siemens Sinamics G110	1.5 kW, 220V, 60Hz
Motor Eléctrico	M1-RF-SM01-EME01	Motor trifásico 3 kW	220V, 60Hz, 3kW
Caja reductora	M1-RF-SM01-MCR01	Reductor de velocidad	Relación de reducción 20:1
Eje de giro con paletas	M1-RF-SM01-MEG01	Eje de acero inoxidable con paletas	Diámetro de 10 cm, con 2 paletas
Termostato	M1-RF-SC01-ETT01	Termostato manual	Rango de temperatura: 60°C-80°C

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Criticidad de los equipos

De manera similar, la tabla respectiva muestra la criticidad de los equipos. Para este análisis, se realizó una clasificación de los equipos en críticos, importantes y prescindibles. Este trabajo fue llevado a cabo desde enero hasta Julio, 2024, con el fin de proporcionar datos clave para la prevención de fallos. El objetivo principal de esta evaluación es evitar paradas inesperadas, ya que los equipos considerados como críticos tienen un impacto directo en la producción y su correcto funcionamiento es esencial para garantizar la continuidad operativa.

Tabla 18. Criticidad de los equipos

Equipo	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos (C M)	Impacto Seguridad e Higiene	Consecuencias	Criticidad	Evaluación
Variador de Frecuencia	3	9	1	4	2	8	27	Crítico

Equipo	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos (C/M)	Impacto Seguridad e Higiene	Consecuencias	Criticidad	Evaluación
Caja Reductora Motor de la Refinadora	2	8	2	3	1	6	22	Importante
Eje de Giro	1	9	1	2	2	7	17	Importante
Termostato (Calentamiento)	2	7	2	3	1	5	18	Importante
	2	6	3	2	2	4	17	Prescindible

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Fallo y modo de falla

En la Tabla 19, se presentan los modos de falla asociados a la refinadora de chocolate, abarcando tanto aspectos mecánicos como eléctricos que pueden comprometer su operatividad. Entre las fallas más frecuentes se destaca el mal funcionamiento del variador de frecuencia, que puede generar variaciones en la velocidad del motor y afectar el proceso de refinado. Las averías más comunes en el motor eléctrico incluyen el sobrecalentamiento por sobrecarga, a menudo provocado por distorsiones en el consumo durante el arranque. Asimismo, se observan problemas en los componentes mecánicos, como el desgaste de los rodamientos y el mal funcionamiento del sistema de paletas, los cuales impactan directamente en la calidad del chocolate refinado y en el tiempo de operación del equipo.

Tabla 19. Fallo y modo de falla

Sistema	Tipo de fallo	Modo de fallo	Descripción
Motor eléctrico	Eléctrico	Motor no arranca	Sobrecarga del sistema o fallo eléctrico interno.

Sistema	Tipo de fallo	Modo de fallo	Descripción
Variador de frecuencia	Eléctrico	Inconsistencia en la velocidad del motor	Configuración incorrecta o falla en el variador.
Sistema de paletas	Mecánico	Movimiento irregular	Desgaste en los rodamientos o eje desalineado.
Sistema de calentamiento	Operacional	No alcanza la temperatura adecuada	Falla en el termostato o en los elementos de calentamiento.
Rodamientos	Mecánico	Desgaste prematuro	Fricción excesiva que provoca vibraciones o bloqueos.

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Ficha Técnica de la máquina

La ficha técnica es un documento en el que se consolidan las especificaciones técnicas de una máquina o equipo. (Elola, 2010)

La presente ficha técnica resume las características esenciales y los componentes de la refinadora de chocolate con capacidad de 50 KG.

Es importante para el mantenimiento y la gestión operativa del equipo, proporcionando detalles clave sobre los elementos críticos y las recomendaciones de inspección rutinaria para asegurar su funcionalidad y eficiencia.

Los detalles específicos de cada componente y accesorio se adjuntan en la tabla 12 correspondiente para referencia detallada.



	CHOC MARVER			Fecha:
	TALLER DE MANTENIMIENTO			
	FICHA TECNICA			Rev.
				
Maquina-Equipo:	Refinadora de chocolate capacidad 50 KG			Marca: CHOC MARVER
Serie No:	N/A	Modelo:	N/A	Codigo:
Ubicación:	Área de Producción	Fabricante:	Sr. Tanquino M.	F. Recepcion:
Potencia:		Voltaje:	220 V	RPM: 1705 RPM
Descarga:				
Consumibles - Accesorios				
Elemento	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones
Termostato para termotanque	Termowat	N/A	1 Unidad	
Variador de frecuencia	HNC	HV100-004G3	1 Unidad	
Motor eléctrico 1 HP	ABB Motors	M2QA80M4B	1 Unidad	
Eje giratorio	Choc	N/A	1 Unidad	
Esferas de acero	Choc	N/A	5 KG.	
Caja reductora	N/A	N/A	1 Unidad	
Observaciones:				
<p>Se realiza las siguientes inspecciones:</p> <p>Revisar el estado de las esferas de acero. Asegurarse de que el variador de frecuencia funcione correctamente. Verificar el nivel de lubricación en los rodamientos y otras piezas móviles. Limpiar la tolva de entrada para evitar acumulaciones de residuos. Comprobar el motor eléctrico y la termostato. Confirmar que no haya obstrucciones en las salidas de descarga.</p>				

Gráfico 4. Ficha técnica
Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Determinación del repuesto

La Tabla 32 presenta la identificación de los repuestos necesarios, un aspecto fundamental para determinar los componentes que deben ser reemplazados al detectar fallas en los equipos. Esta identificación se relaciona directamente con lo expuesto en la Tabla 31, que menciona la posible quema de la bobina del motor eléctrico, la cual puede ocurrir debido a problemas en el rodamiento durante el arranque. Las causas de esta avería son principalmente dos: en primer lugar, el tiempo de funcionamiento del rodamiento, y en segundo lugar, la fuga de líquido del sello mecánico. Esta fuga puede comprometer la lubricación del rodamiento, provocando su deterioro.

Tabla 20. Determinación del repuesto

Artículo	Codificación	Elementos para reemplazar	Código o caracterización
Variador de frecuencia	M1-RF-SM01-EVF01	Variador de frecuencia	Siemens Sinamics G-110
Motor Eléctrico	M1-RF-SM01-EME01	Motor Eléctrico	1 HP, 220V, trifásico
Caja reductora	M1-RF-SM01-MCR01	Caja reductora	Relación de transmisión 1:30
Eje de giro con paletas	M1-RF-SM01-MEG01	Eje de giro	Longitud 1 m, diámetro 50 mm
Termostato	M1-RF-SC01-ETT01	Termostato	Rango de 60-80 °C, tipo manual

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Plan de Mantenimiento

Al culminar este proyecto de titulación con el plan de mantenimiento preventivo para la refinadora de chocolate, se presenta la propuesta en las siguientes tablas. Este diseño de mantenimiento está basado en los datos recolectados durante el proceso de producción, reflejando la importancia de implementar este proyecto para garantizar el funcionamiento óptimo del equipo. Un claro ejemplo es el variador de frecuencia, cuya falla anterior ralentizó el proceso de refinado y aumentó significativamente los tiempos de producción.

Según los análisis, este componente, junto con otros subsistemas como el motor y el sistema de calentamiento, requieren ser monitoreados y mantenidos como prioridad para evitar averías que impacten la eficiencia del proceso.

Este plan propone actividades específicas para los operarios y técnicos responsables del mantenimiento de la refinadora. Las actividades para los operarios son básicas pero fundamentales para garantizar el buen estado de la maquinaria durante el uso diario. Estas incluyen la limpieza de la refinadora, la inspección visual de los componentes y el monitoreo de la temperatura y el tiempo de refinado.

Por otro lado, las actividades asignadas a los técnicos son más especializadas y comprenden revisiones profundas del sistema de control de temperatura, el ajuste del variador de frecuencia, y el mantenimiento preventivo del motor y las esferas de acero, elementos clave en el proceso de refinado. Su intervención es necesaria cuando la maquinaria presenta problemas que los operarios no pueden solucionar, como fallas eléctricas o mecánicas.

El plan anual de mantenimiento anual se presenta en el anexo 1.

En el Anexo 2, se centra en el monitoreo constante de la refinadora y sus componentes principales. Para asegurar que la maquinaria funcione dentro de los parámetros establecidos, se ha desarrollado un plan de control que incluye la revisión de elementos críticos como el motor, el sistema de temperatura, el variador de frecuencia, las esferas de acero, los cables de alimentación, y el sistema de transmisión del eje giratorio. Cada componente está sujeto a una inspección detallada que abarca desde la medición de la temperatura del motor hasta la verificación del estado de desgaste de las esferas de acero. Este monitoreo proactivo permite identificar posibles fallas con antelación, minimizando los tiempos de parada inesperados y mejorando la fiabilidad operativa.

En el Anexo 3, describe las actividades específicas incluidas en el plan de mantenimiento preventivo. Las principales acciones a realizar son el cambio del variador de velocidad, un componente crítico que había mostrado fallas, y el ajuste del sistema de eje giratorio. Estas actividades son vitales para mantener el rendimiento adecuado de la refinadora y evitar futuras interrupciones en la producción. Cada actividad está cuidadosamente calendarizada, de manera que se garantice que los mantenimientos se realicen de acuerdo con las necesidades operativas del equipo.

En el Anexo 4, ofrece un resumen de los mantenimientos realizados hasta la fecha, clasificando las intervenciones en preventivas y correctivas. Hasta ahora, se ha completado un mantenimiento preventivo y uno correctivo, destacando el reemplazo del variador de frecuencia como una de las tareas más importantes para restaurar la capacidad operativa de la refinadora. Este registro facilita el seguimiento del estado de la maquinaria y ayuda a evaluar la efectividad del plan de mantenimiento propuesto.

En el Anexo 5, se detalla el proceso de cambio del variador de velocidad, que ha sido identificado como un componente defectuoso. Se proporcionan instrucciones precisas sobre cómo reemplazar este elemento clave, incluyendo la codificación del equipo, los instrumentos necesarios (como desarmadores y herramientas específicas), y los pasos a seguir para garantizar una instalación segura y efectiva. Este procedimiento incluye la desconexión de la fuente de energía, el ajuste de las conexiones del nuevo variador, y las pruebas posteriores de velocidad para asegurar que el equipo funcione dentro de los parámetros especificados. El tiempo estimado de parada para esta tarea es de entre 120 y 180 minutos.

En el Anexo 6 se enfoca en los ajustes del eje giratorio, otro componente crucial en el proceso de refinado. Se establece una frecuencia de mantenimiento cada dos meses para asegurar que el sistema de movimiento funcione correctamente y esté bien alineado. Al igual que en el anexo anterior, se proporcionan instrucciones detalladas para el ajuste del eje, incluyendo los instrumentos necesarios (como llaves de tuerca y playos de ajuste), y las medidas de seguridad para realizar la tarea de forma adecuada. El tiempo estimado para completar esta tarea es de entre 60 y 120 minutos, lo que incluye la parada de la maquinaria para su correcta intervención.

Resultados del Plan de mantenimiento

El análisis de los resultados del plan de mantenimiento implementado en el proceso de refinado de chocolate ha mostrado mejoras claras en la eficiencia operativa. A través de la comparación detallada entre las actividades antes y después del mantenimiento, reflejadas en los diagramas de flujo de proceso, se ha observado una reducción considerable del tiempo de refinado, específicamente una disminución de 19 horas. Esto se traduce en una mayor eficiencia, lo que indica un impacto positivo del plan de mantenimiento sobre la maquinaria y el proceso en general. Además, las actividades de operación se han optimizado, alcanzando una mayor estabilidad en el flujo de trabajo y

reduciendo el tiempo requerido por operario en un 42%, lo que refuerza el éxito de las acciones correctivas implementadas. Este enfoque ha mejorado notablemente la productividad de la microempresa al reducir los tiempos críticos del proceso y mantener el control preciso sobre las variables clave, como la temperatura y velocidad del refinado, esenciales para la calidad del producto final.

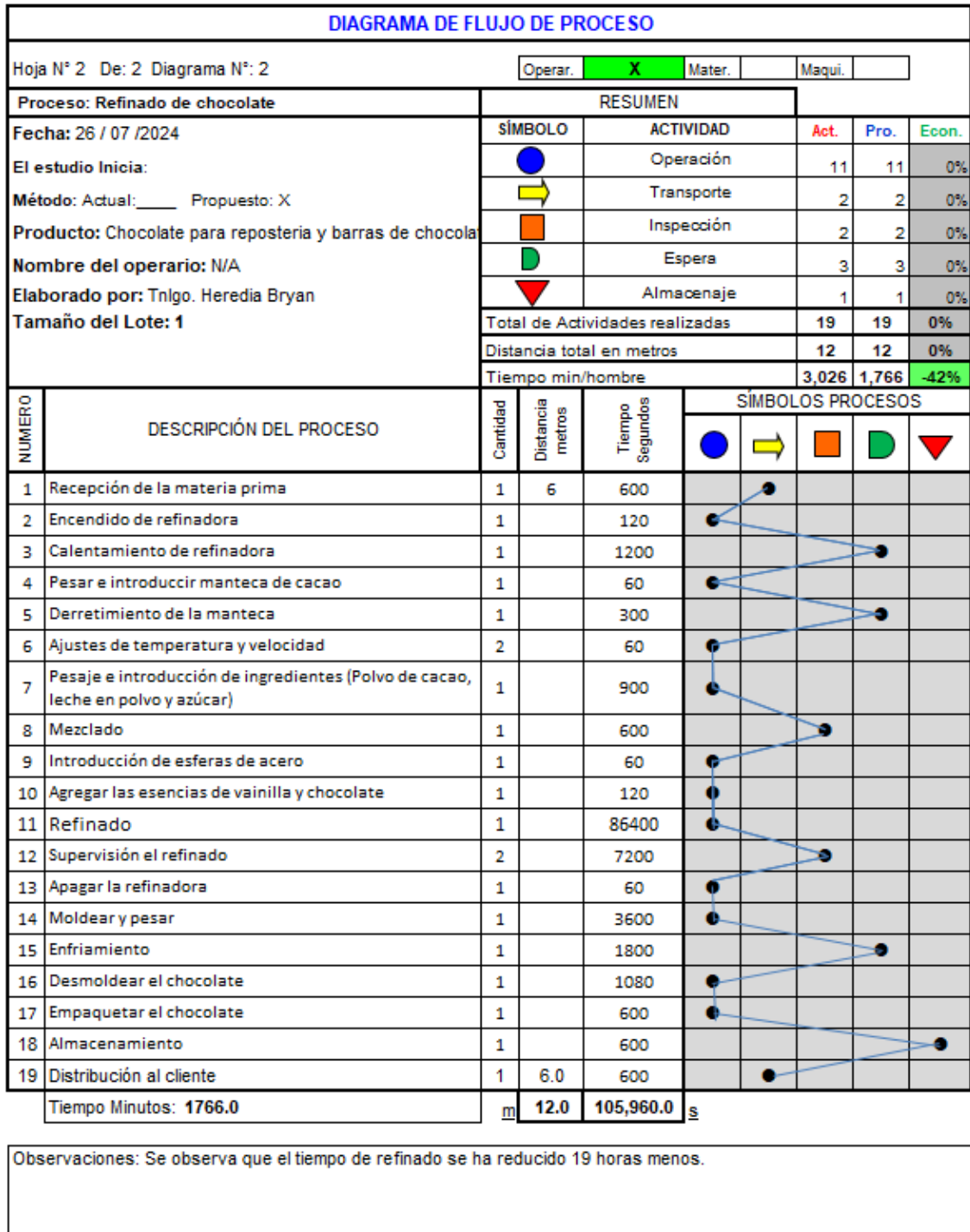


Gráfico 5. Propuesta mejorada con el cambio de repuesto
Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Descripción de la mejora

Reducción del tiempo de espera: El ajuste de tiempos en las fases de espera y transporte resulta en una mejora del 5.15% en el tiempo total del proceso.

El número de operaciones, inspecciones y transportes se mantienen igual, pero se optimizan los tiempos en las actividades que presentan cuellos de botella, como la espera durante el refinado.

Este análisis muestra que la implementación del proceso propuesto permite una mejora en la eficiencia y una reducción en el tiempo total del proceso de refinado, lo que impacta positivamente en la productividad de la refinadora.

Tabla 21. Flujogramas del proceso actual y propuesto

Operaciones	No. Actual	Tiempo Actual (s)	No. Propuesto	Tiempo Propuesto (s)
Operación	11	2,742	11	2,742
Transporte	2	720	2	720
Espera	3	960	3	720
Inspección	2	120	2	120
Almacenamiento	1	120	1	120
Total	19	4,662	19	4,422
Mejora (%)				5.15%

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Resultados Esperados

Los resultados anticipados del plan de mantenimiento enfocado en la confiabilidad son significativos para la optimización de recursos. Al implementar diversas tareas, este enfoque asegura la disponibilidad continua de los equipos, lo que minimiza los tiempos de inactividad en la producción.

Tabla 22. Análisis comparativo de sistemas de Mantenimiento

Recursos empleados	Sistema vigente	Sistema sugerido
Inversión de mantenimiento	Presupuesto Actual	Presupuesto proyectado
Reemplazo de variador	\$250	\$150
Revisión y ajustes del sistema de eje	\$150	\$100
Cambio de termostato	\$50	\$30

Recursos empleados	Sistema vigente	Sistema sugerido
Cambio de aceite del motor	\$30	\$20
Total	\$480	\$300
Mejora	0%	37.50%

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

Gráfico de comparación

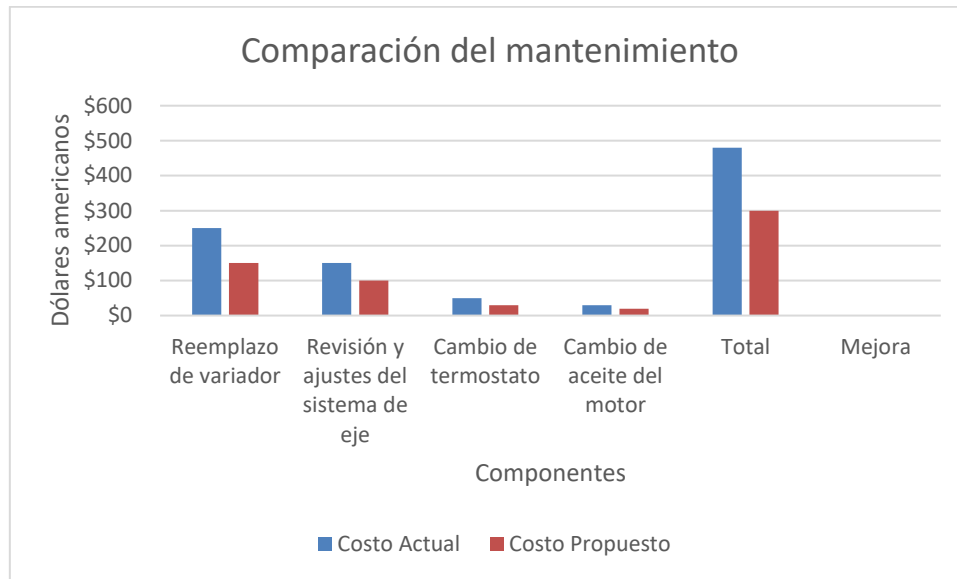


Gráfico 6. Comparación del mantenimiento actual y propuesto con la reducción de capital

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024).

La disponibilidad de la refinadora de chocolate es fundamental para asegurar la productividad de la microempresa, lo cual se reflejará en la satisfacción del cliente y en el mantenimiento adecuado de la maquinaria, que a su vez prolongará su vida útil. Esta situación permitirá observar una mejora significativa en la rentabilidad de la empresa, así como en la eficiencia del tiempo y la calidad del producto final. Implementar un plan de mantenimiento efectivo puede resultar en una reducción de costos del 37.5%, lo que proporcionará una mejor liquidez de capital. La maquinaria de la refinadora, como el variador de frecuencia, debe recibir atención adecuada para evitar fallas frecuentes y garantizar un rendimiento óptimo en el proceso de producción.

Cronograma de actividades

El cronograma de actividades establece las etapas clave del proyecto de mejora en el proceso de refinado de chocolate, permitiendo una gestión eficiente del tiempo y los

recursos. Las actividades se distribuyeron a lo largo de un período definido, comenzando de la siguiente manera:

Tabla 23. Cronograma de actividades

Tarea	Inicio	Fin	Duración (días)	Recursos
Análisis de la maquinaria	19-07-2024	23-07-2024	5	Ingeniero de mantenimiento
Selección del variador de frecuencia	24-07-2024	26-07-2024	2	Ingeniero eléctrico
Planificación detallada	29-07-2024	31-07-2024	2	Gerente de proyecto
Instalación	01-08-2024	01-08-2024	1	Equipo de instalación
Puesta en marcha	02-08-2024	02-08-2024	1	Equipo de mantenimiento
Pruebas y optimización	02-08-2024	02-08-2024	1	Ingeniero de procesos

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Análisis de costos

El inventario de herramientas esenciales para las actividades de inspección y seguimiento del equipo refinador se encuentra especificado en la Tabla 25, junto con sus costos correspondientes. La programación determina la periodicidad de estas tareas de control. Este sistema permite detectar desviaciones durante las verificaciones rutinarias, facilitando la identificación temprana de necesidades de intervención y privilegiando acciones preventivas sobre correctivas.

Tabla 24. Costos de los repuestos

Artículo	Cantidad	Costo (USD)
Variador de frecuencia	1	\$150
Termostato	1	\$30
Aceite para motor	1	\$20
Rodamientos	2	\$40
Total		\$240

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Cronograma valorado de componentes

Cronograma valorado de componentes y actividades En la Tabla 25, se muestra la curva de costos asociada a la refinadora de chocolate, donde se observa una tendencia ascendente que facilita la identificación de la inversión necesaria para la adquisición de repuestos y equipos.

Tabla 25. Análisis de costos y curva S

Artículo	Cantidad	Fecha de adquisición	Costo (USD)	Costo acumulado (USD)
Variador de frecuencia	1	29/07/2024	\$150	\$150
Termostato	1	4/08/2024	\$30	\$180
Aceite para motor	1	6/08/2024	\$20	\$200
Rodamientos	2	8/08/2024	\$40	\$240

Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

Gráfico 7.

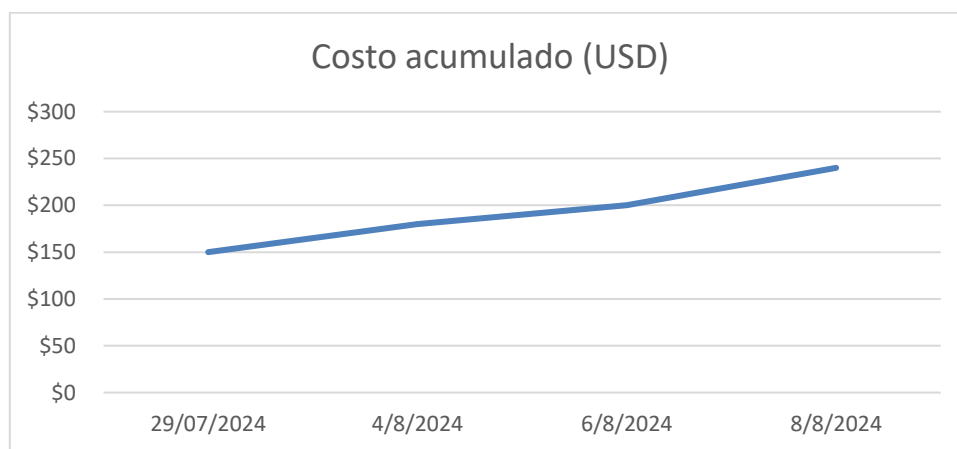


Gráfico 7. Curva S de los repuestos para adquisición.
Elaborado por: Heredia, Bryan (2024)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se realizó un análisis detallado de los costos y tiempos asociados al mantenimiento. Este análisis resalta la relevancia de implementar medidas preventivas, las cuales son fundamentales para asegurar la operatividad continua y la eficiencia del equipo, contribuyendo así a la mejora del proceso de producción.
- La implementación del plan de mantenimiento ha resultado en una reducción del 37.5% en los costos, pasando de un total de \$480 a \$300, lo que evidencia una mejora significativa en la gestión de recursos. Este ahorro es crucial para la sostenibilidad financiera de la microempresa, permitiendo una reinversión en otros aspectos operativos.
- La descripción técnica del plan de mantenimiento ha sido adaptada a las necesidades específicas de la refinadora de chocolate. Se han elaborado tablas que detallan el cronograma de mantenimiento y los costos asociados, proporcionando una guía clara para la ejecución de actividades preventivas y correctivas. Esto busca asegurar la continuidad y eficiencia del proceso productivo, minimizando tiempos de inactividad no planificados.
- Finalmente, la optimización del proceso de refinado de chocolate mejora significativamente la eficiencia operativa de la microempresa. La implementación del plan de mantenimiento reduce los costos en un 37.5% y mejora la eficiencia del flujo operativo en un 5.15% al optimizar los tiempos de actividades críticas. Esto garantiza mayor disponibilidad de los equipos, reduce los gastos operativos y asegura un producto de calidad, consolidando la competitividad de Choc Marver.

Recomendaciones:

- Se sugiere la implementación de un plan de mantenimiento integral para la refinadora de chocolate, el cual debe incluir un enfoque sistemático en la prevención de fallas y un seguimiento regular de los equipos. Esto no solo ayudará a reducir el tiempo de inactividad durante la producción, sino que también permitirá optimizar la eficiencia operativa y la calidad del chocolate producido.
- Se recomienda capacitar al personal de mantenimiento sobre las mejores prácticas y técnicas de operación de la refinadora, así como en el uso de herramientas de medición específicas. Esto no solo aumentará la competencia del equipo, sino que también garantizará que las intervenciones se realicen de manera eficiente y efectiva, lo que contribuirá a la prolongación de la vida útil de los equipos.
- Es fundamental realizar un análisis periódico de los costos asociados al mantenimiento, comparando los gastos actuales con los costos propuestos. Este análisis permitirá identificar áreas de mejora y ajustar el plan de mantenimiento según las necesidades operativas y económicas de la microempresa, asegurando así la viabilidad financiera y la competitividad en el mercado.
- Por último, se debe fomentar una cultura de colaboración entre los departamentos de producción y mantenimiento. La comunicación fluida y el trabajo en equipo son esenciales para identificar y resolver problemas de manera oportuna, lo que llevará a un funcionamiento más cohesionado de la planta y a un mejor desempeño general en la producción de chocolate.

BIBLIOGRAFÍA:

- A., V. B. (2009). *El chocolate, un placer saludable*. Santiago (Chile): Red Revista Chilena de Nutrición.
- Barona, P. (2011). *Diseño e implementación del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas sopladora e inyectora-sopladora de la empresa Otorgo Ltda*. Cali Colombia.: Universidad Autónoma de Occidente.
- Boero, C. (2020). *Mantenimiento industrial*. Córdoba, Jorge Sarmiento: Universitas.
- Castillo Valdez, J. (2020). *Marco teórico para la aplicación de MRP en las industrias*. Tesis de Título, Lima. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18228/CASTILLO_VALDEZ_JES%3%9AS_MARCO_TE%3%93RICO_APLICACI%3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Clemente, D. (2017). *Análisis y propuesta de mejora de una micro empresa productora de chocolate utilizando manufactura esbelta*. Universidad tecnológica de la Mixteca, México. Obtenido de http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13230.pdf
- Crespo, C. P. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. Sevilla: Ingecon.
- Duffuaa, S., & A. Raouf, y. J. (2000). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. México D.F.: : Editorial Limusa, S.A. 419 págs.
- ECCA., E. p. (2019). *La voz de la industria europea del cacao*. Obtenido de <https://www.eurococoa.com/es/>
- Elola, L. N. (2010). *Gestión integral del mantenimiento*. . Barcelona: Marcombo.
- Fontalvo Herrera, T. D. (2018). *La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional*. Dimensión Empresarial.
- Gianola Carlos. (1983). *La Industria del Chocolate 2 edición*. . Madrid España. : Ed. Paraninfo.
- Gonzales, J. R. (2019). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en la libertad*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- González Ajuech, V. L. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*. México, D.F, Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Guerrero, J. (2011). *Estudio del proceso de mezclado en la elaboración del chocolate en tabletas en la fábrica carolina de la ciudad de Ambato y sus beneficios en la optimización de la producción*. . Ambato, Ecuador.: Universidad técnica de Ambato.

- Hauser, S. (2018). *Análisis de problemas de requerimientos en cuanto a sus causas y efectos para proyectos con el objetivo de modelar PRIs cualitativos*. Holanda: Estudio empírico, Actas del taller CEUR.
- Hurst, W. T. (2002). *Cacao usage by earliest Maya civilization*. Nature.
- Medina, J. A. (2017). *Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima S.A.C*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos*. (2ª. Edición). México, D.F.: : Pearson Educación.
- Miranda, F. C. (2016). *Introducción a la gestión de la calidad*. Madrid.
- Najera, J. (2016). *Optimización productiva de una línea de mermeladas de frutilla utilizando el diseño experimental como herramienta de mejoramiento*. Pontifica Universidad Católica del Ecuador.
- Navarro Elola, L. (2009). *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona, Spain: Marcombo.
- Orjuela Garzón, W. A. (2020.). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao en el departamento del Tolima: (1 ed.)*. Tolima.: Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Ortiz, V. J. (2017). *Elaboración de un plan HACCP para la línea de chocolate para raza de la empresa Chocolate S.R.C.L*. Universidad Agraria la Molina.
- Pazmiño, S. (2017). *diseño de un plan de mejora continua de producción de chocolates y caramelos para una empresa de alimentos*. Escuela superior politacnica del litoral ESPOL, Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/37746/DCD71924.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Peña, J. 2. (2015). *Análisis Modal de Fallos y Efectos*. Guatemala: SALAMÁ.
- Pontelli, I. G. (2016). *Mantenimiento industrial*. Lima: Universitas EIRL.
- ProEcuador. (2019). *Analisis exportaciones no petroleras ecuatorianas*. Ministerio de producción, comercio exterior, inversiones y pesca, 1-3. Ecuador.
- Román, D. (2014). *Determinación in situ de componentes críticos para el mantenimiento preventivo de los principales equipos de pavimentación de concreta hidráulica, para carreteras de primer orden en Guatemala*. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5219/1/Douglas%20Kenedy%2>
- Rueda Barreno, D. S. (2015). *Diseño y construcción de un molino de discos para el acondicionamiento final de chocolate*. Ecuador.
- Schantz B. y Perea Villamil, J. A. (2019). *El cacao desde la ciencia: de la semilla al chocolate*. Bucaramanga: Ediciones UIS.

- Seijas, M. G. (s.f.). *El proceso del refinado y conchado del chocolate*.
- Silva Labán, A. (2021). *Mejora del proceso de refinado y mezclado en la elaboración del chocolate para incrementar la productividad en una empresa de la ciudad de Lima. Tesis de Título, Pimentel*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8435/Silva%20Lab%C3%A1n%2C%20Abel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suárez, J. (2007). *Mantenimiento mecánico de máquinas*. Caracas: Universidad de Caracas.
- Sümeyye Saritaş, H. D. (August 2024). Functional chocolate: exploring advances in production and health benefits. *International Journal of Food Science and Technology, Volume 59, Issue 8*, Pages 5303–5325.
- Sydney, C. (1975). *Dulces Elaborados con Azúcar*. Zaragoza España.: Ed Acribia. S.
- Tigselema, S. V. (2018). *Elaboración de chocolate de siete genotipos experimentales de cacao (Theobroma cacao L.) seleccionados en la Finca Experimental La Represa*. Ciencia y Tecnología.
- Vinson, J. A. (1999). *Phenol antioxidant quantity and quality in foods: cocoa, dark chocolate, and milk chocolate*. Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- W., V. (1984). *Fundamentos de Ciencia Alimentaria*. Bogotá, Colombia: Fundación para la Investigación interdisciplinaria y la docencia. .





ANEXOS





Anexo 1. Plan anual de mantenimiento




MANTENIMIENTO ANUAL DE REFINADORA												
FRECUENCIA	1 TRIMESTRE			2 TRIMESTRE			3 TRIMESTRE			4 TRIMESTRE		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MECANISMOS DEL EQUIPO												
CAMBIO DE ACEITE												
CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR REDUCTOR						✓						✓
CAMBIO DE AGUA												
CAMBIO DE AGUA INTERNA DE LA MARMITA			✓			✓			✓			✓
INSPECCIONES												
INSPECCION DE VARIADOR DE VELOCIDAD	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
INSPECCION DESGASTE DE RODAMIENTOS		✓		✓		✓		✓		✓		✓
INSPECCION FISURAS EN RODAMIENTOS			✓			✓			✓			✓
INSPECCION FISURAS EN PUNTOS DE SUELDAS Y ANCLAJE				✓				✓				✓
INSPECCION DE NIVELES DE FLUIDOS		✓		✓		✓		✓		✓		✓
INSPECCION DE FUGAS DE FLUIDOS			✓			✓			✓			✓
LUBRICACION												
LUBRICACION DE TODOS LOS PUNTOS DE ENGRASE				✓						✓		

Se detalla la frecuencia de revisión y los parámetros críticos a controlar en cada uno de los componentes principales. Este monitoreo permitirá detectar posibles fallas con antelación, asegurando que los equipos operen dentro de los límites óptimos y reduciendo el riesgo de paradas imprevistas. La información recopilada se utilizará para ajustar el mantenimiento preventivo y mejorar la eficiencia operativa de la refinadora.

Anexo 2. Monitoreo de la refinadora y sus componentes

Componente	Ubicación	Responsable	Actividad	Procedimiento	Ilustración	Estado
Motor	Parte superior junto al sistema de transmisión.	Operador	Revisar funcionamiento y temperatura	1. Verificar que el motor funcione sin ruidos anormales.		En funcionamiento normal
				2. Medir la temperatura del motor.		
Sistema de temperatura	En la parte de atrás del cilindro de la refinadora	Técnico	Comprobar calibración y precisión de la lectura	1. Revisar la calibración del sistema.		En funcionamiento normal
				2. Comparar la lectura con un termómetro calibrado.		
Variador de frecuencia	Lado derecho fuera de la refinadora	Técnico	Inspeccionar funcionamiento y ajuste de frecuencia	1. Verificar el funcionamiento del variador.		Defectuoso
				2. Ajustar la frecuencia según especificaciones.		
Esferas de acero	Dentro del cilindro de molienda	Operador	Revisar estado de desgaste y uniformidad	1. Inspeccionar las esferas para detectar desgaste o daños.		Sin problemas

Componente	Ubicación	Responsable	Actividad	Procedimiento	Ilustración	Estado
Cables de alimentación	En la caja de conexiones	Técnico	Inspeccionar daños y conexiones	1. Revisar los cables en busca de daños.		En funcionamiento normal
				2. Verificar las conexiones.		
Descarga de chocolate	Sistema de salida de la refinadora	Operador	Verificar obstrucciones y flujo	1. Revisar la salida del chocolate.		Sin problemas
				2. Asegurarse de que no haya obstrucciones.		
Sistema de transmisión del eje	Parte superior de la refinadora	Técnico	Inspeccionar alineación y estado	1. Revisar la alineación del sistema.		Sin problemas
				2. Comprobar el estado de los engranajes.		
Eje giratorio	Dentro del cilindro de molienda	Operador	Revisar desgaste y alineación	1. Abrir el cilindro.		Sin problemas
				2. Inspeccionar el eje para detectar desgaste o daños.		
Palanca giratoria del cilindro	Al lado derecho del cilindro de molienda	Operador	Verificar funcionamiento y ajuste	1. Verificar que la palanca funcione suavemente.		Sin problemas

Componente	Ubicación	Responsable	Actividad	Procedimiento	Ilustración	Estado
				2. Ajustar según sea necesario.		
Soportes de la refinadora	Base de la refinadora	Operador	Inspeccionar fijación y estado	1. Revisar los soportes para detectar daños.		Sin problemas
				2. Asegurarse de que estén bien fijados.		
Cilindro de molienda	Dentro de la refinadora	Técnico	Revisar desgastes y obstrucciones	1. Inspeccionar para detectar desgastes u obstrucciones.		Sin problemas

A pesar de que la maquinaria de refinado de chocolate es nueva y está fabricada en acero inoxidable 304, ofreciendo un desempeño general óptimo, se ha identificado un problema con el variador de frecuencia. Este componente defectuoso está afectando directamente la eficiencia y precisión del proceso de refinado, impidiendo que la maquinaria opere a su máxima capacidad.

Anexo 3. Actividades a realizar del Plan de mantenimiento

Tabla 1 actividades a realizar	
Cambio de variador de velocidad	1
Ajuste del sistema de Eje	1
Cambio de termostato	0
Cambio de aceite del motor	0

Anexo 4. Mantenimientos realizados

Preventivo	1
Correctivo	1
Total	2

Anexo 5. Tarea 1 de sistema de movimiento, cambio de variador, instrumentos necesarios, indicaciones del mantenimiento

Artículo	Codificación	Elementos a reemplazar	Código o caracterización
Variador de velocidad	M1-RF-SM01	Variador de velocidad	Siemens Sinamics G110
Tarea			
Código	Descripción		Frecuencia
M1-RF-SM01-EVF01	Cambio de variador de velocidad		Si existe la falla
Características del mantenimiento		Descripción	
Se requiere parada de la maquinaria		Si	
Tiempo de parada		120 min / 180 min	

Artículo	Cantidad
Variador de velocidad	1
Desarmador estrella	1
Desamador plano	1

Indicaciones importantes
Desconectar toda fuente de energía
Bajar y bloquear el brake
Desarmar las conexiones en el variador de velocidad defectuoso
Abrir la caja del repuesto a reemplazar
Conectar según corresponda cada alambre de conexión
Ajustar los tornillos en el variador
Quitar y subir el brake
Realizar las pruebas de velocidad

Anexo 6. Tarea 2 de sistema de movimiento, ajustes del eje, instrumentos necesarios, indicaciones del mantenimiento

Artículo	Codificación	Elementos a reemplazar	Código o caracterización
Eje de giro con paletas	M1-RF-SM01	Eje de Giro	80 mm.
Tarea			

Código	Descripción	Frecuencia
M1-RF-SM01-MEG01	Ajustes en el eje giratorio	2 meses
Características del mantenimiento		Descripción
Se requiere parada de la maquinaria		Si
Tiempo de parada		60 min / 120 min

Articulo	Cantidad
Playo de ajuste	1
Llave de tuercas	1

Indicaciones importantes
Desconectar toda fuente de energía
Bajar y bloquear el brake
Ajustar los ejes giratorios
Quitar y subir el brake
Realizar las pruebas de giro

Anexo 7. Carta de conformidad

Choc Marver

Latacunga, 10 de septiembre de 2024

CERTIFICADO

Yo, Tanquino Muñoz Marlon Patricio, portador de la cédula de identidad 0503255010, en calidad de Gerente Propietario de la microempresa "Choc Marver", certifico que el Sr. Heredia Muñoz Bryan Andrés con cédula de identidad 0503648271, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica, realizó su trabajo de titulación con el tema:

"Propuesta de mejora en el proceso de refinado de chocolate en la microempresa Choc Marver en el año 2024"

Habiendo revisado la estructura de su trabajo, puedo afirmar que la propuesta servirá para incrementar la productividad, reduciendo los tiempos de producción y mejorando el proceso de refinado de chocolate.

Por lo tanto, puedo certificar que el Sr. Heredia Muñoz Bryan Andrés ha demostrado responsabilidad, compromiso y un alto nivel de competencia en la ejecución de este proyecto, cumpliendo con los objetivos planteados desde un inicio.

Atentamente,


Sr. Marlon Tanquino
Gerente Propietario

CHOC MARVER
Marlon P. Tanquino M.
RUC: 0503255010001

Dirección: Cotopaxi, Latacunga, La Matriz, Calle Remigio Romero y Cordero 1050 y Medardo Ángel Silva.
Email: chocmarver2019@hotmail.com Teléfonos: 0960139365 / 0996140530