

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA PLANTA DE
EMBOTELLADO DE VINO VIÑA CASA SILVA S.A

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Ingeniero de Ejecución en
Mecánica de Procesos y Mantenimiento
Industrial.

Alumno:

Julio Rozas Arenas

Profesor Guía:

Mg. Ing. Carlos Baldi González

2024



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA PLANTA DE EMBOTELLADO DE VINO VIÑA CASA SILVA S.A

Nombre del candidato(a): Julio Andres Rozas Arenas

Carrera / Grado: Ingeniería de Ejecución en Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial.

Campus: Viña del Mar; Departamento: Mecanica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Carlos Baldi González, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 29/08/25

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 29/08/25

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, los cuales siempre han demostrado una genuina preocupación por mi bienestar, y a mis hermanas las cuales siempre me han brindado su apoyo cuando más lo necesite.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a José León Martínez, a quien conozco desde mis días de enseñanza media y hoy es un Ingeniero mecánico, el cual me brindo una percepción realista sobre la aplicación del Mantenimiento Productivo Total, contribuyendo significativamente al desarrollo de este trabajo.

También agradezco profundamente a Don Patricio Cabrera Gutiérrez, quien cumple el rol de electromecánico de Viña Casa Silva S.A., por compartir siempre toda la información que le solicitaba para el desarrollo de este proyecto, brindando acceso a datos claves sobre el tipo de mantenimiento que se realiza en los equipos de la planta.

A José Madrid Galleguillos, gracias por ser un apoyo incondicional durante mi periodo universitario. Su amistad y ayuda fueron vitales en los momentos más desafiantes, ofreciéndome siempre una mano amiga cuando más lo necesité.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a mi padre, Oscar Rozas Cantillana, quien fue esencial para la realización de este trabajo, ya que hizo posible mi contacto con el Viñedo, facilitando la autorización para recorrer sus instalaciones.

A todos ustedes, les agradezco por todo su apoyo y contribución, sin su ayuda, este proyecto no habría sido posible.

RESUMEN

Esta propuesta plantea un punto de inicio para la aplicación del método de mantenimiento productivo total, con la finalidad de brindar una solución a las principales carencias presentes en la gestión del mantenimiento, para esto se han elaborado estrategias que permitan llevar un registro de cada uno de los análisis de causas realizados en terreno y así eliminar la probabilidad de que se repitan durante el tiempo.

Para identificar cual línea productiva debía ser priorizada durante el proyecto, se utilizaron indicadores de confiabilidad y productividad, sin embargo, estos conceptos fueron vistos de manera general en cada una de las líneas (1 y 2), ya que hasta el momento no se llevan registros que consideren tiempo de reparación o detención de manera puntual por cada máquina.

A pesar de esto, se lograron identificar cifras alarmantes en cuanto a la confiabilidad de los equipos se refiere (en ambas líneas), siendo la línea 2 la más afectada, ya que la probabilidad de que se encuentre en funcionamiento cada semana sin ninguna avería es de tan solo un 52,5% (considerando solo aquellas fallas que causan una detención en la producción, no aquellas que afectan de manera parcial al equipo), ocasionando una producción promedio de 1.093 botellas por hora y al considerar que en sus primeros años de funcionamiento producía aproximadamente unas 3.800 botellas por hora, significaría una eficiencia operativa de tan solo un 28,73% lo que evidencia una reducción productiva significativa con el pasar del tiempo.

Para la implementación de metodología TPM se contempla principalmente la digitalización de registros de mantenimiento (análisis de 5 ¿Por qué? y ordenes de trabajo posteriores a un análisis de causa), un nuevo sistema de inventario que utilice el método de las 5S para su organización en bodega, además de la capacitación de los operarios en técnicas de mantenimiento como medida de apoyo para los mecánicos de turno.

Todo esto con el objetivo de reducir en un 30% en tiempos de inactividad debido a averías. Significando un incremento anual de 12.023 botellas, generando un ingreso adicional de \$59.806.040, con un costo inicial de \$9.112.773 considerando insumos de lubricación y la adquisición de un computador, por lo que resultaría en un beneficio de \$50.693.267, demostrando la viabilidad económica del plan.

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO	15
1.1. VIÑA CASA SILVA S.A.....	15
1.1.1. Misión	15
1.1.2. Visión	15
1.1.3. Ubicación	16
1.2. ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN.....	17
1.3. PRINCIPALES PROBLEMAS OBSERVADOS EN TERRENO.....	19
1.3.1. Reducido personal en el área mantenimiento.....	19
1.3.2. Instalaciones disponibles.....	19
1.3.3. Registros de intervenciones.....	20
1.3.4. Compra de repuestos.....	21
1.3.5. Inventario	21
1.3.6. Reducida información de los equipos	22
1.4. RECOPIACIÓN DE DATOS	23
1.4.1. Rendimiento de líneas 1 y 2	23
1.4.2. Período de tiempo tomado en consideración	24
1.4.2.1. Tiempo disponible.....	24
1.4.2.2. Tiempo de operación en cada una de las líneas	24
1.4.3. Tablas de registro de información a utilizar.....	27
1.5. ANÁLISIS DE DATOS	31
1.5.2. MTBF	31
1.5.3. MTTR.....	31
1.5.4. Análisis de RAM.....	32
1.5.4.1. Confiabilidad.....	32
1.5.4.2. Disponibilidad.....	33
1.5.4.3. Mantenibilidad	34
1.6. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS.....	36
1.6.2. Matriz de Riesgo	36
1.6.3. Estado de los equipos	41

1.7. BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.....	41
2. PROPUESTA DE MEJORAS EN LA GESTIÓN	44
2.4. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGIA TPM	44
2.4.2. ¿Qué es mantenimiento productivo total?.....	45
2.4.3. ¿Cómo se implementa el TPM?	45
2.4.4. Ejemplificación de los pasos a seguir	46
2.4.4.1. Preparación.....	46
2.4.4.2. Introducción	47
2.4.4.3. Propuesta de implementación	47
2.4.4.4. Consolidación.....	47
2.4.5. Las 4M del TPM	48
2.5. EMPLEAR HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS	48
2.6. SISTEMA DE REGISTRO DE REPUESTOS.....	48
2.6.2. Clasificación de los repuestos de recambio	50
2.6.2.1. Criticidad “Muy alta”	50
2.6.2.2. Criticidad “Alta”	50
2.6.2.3. Criticidad “Media”	50
2.6.2.4. Criticidad “Baja”	50
2.3.1. Inventario	50
2.3.1.1. Control de inventario.....	51
2.4. IMPLEMENTACIÓN DE INSPECCIÓN BASADA EN LAS 5S.....	51
2.4.1. Seiri (Clasificación)	52
2.4.2. Seiton (Orden).....	53
2.4.3. Seiso (Limpieza)	53
2.4.4. Seiketsu (Estandarización).....	53
2.4.5. Shitsuke (Disciplina).....	53
2.5. DIGITALIZACIÓN DE CATÁLOGOS	53
2.6. REGISTRO DE INTERVENCIONES.....	54
2.6.1. Registro de intervenciones no planificadas.....	54
2.6.2. Registro del tiempo empleado para la reparación.....	55
3. PUESTA EN MARCHA.....	58

3.3. PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM	58
3.4. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	59
3.4.1. Conocimientos necesarios.....	59
3.4.2. Plan de acción	59
3.4.3. Desarrollo de Tareas proactivas	63
3.4.3.1. Principal equipo para considerar	63
3.4.4. Puntos claves según su catálogo	63
3.4.4.1. Lubricación	63
3.4.4.2. Tareas Mensuales (Cada 500 horas)	65
3.4.4.3. Tareas Semestrales (Cada 3,000 horas)	65
3.5. MEJORA ENFOCADA	67
3.5.1. Reuniones de Retroalimentación.....	67
3.5.1.1. Análisis de los 5 ¿Por qué?	67
3.5.1.2. Estandarización de procedimientos.....	69
3.6. MANTENIMIENTO PLANIFICADO	72
3.6.1. ¿Qué es una orden de trabajo?	72
3.6.1.1. Diseño de órdenes	72
3.7. BENEFICIOS ESPERADOS.....	75
3.7.1. Organización	75
3.7.2. Eficiencia.....	75
3.7.3. Cultura organizacional	75
3.8. DESAFIOS EN LA IMPLEMENTACIÓN.....	75
3.9. ESTRUCTURA DE COSTOS	76
3.9.1. Estimación del Costo anual.....	76
3.9.2. Costo de producción.....	78
3.9.3. Valor estimado en el comercio.....	78
3.9.4. Ingresos Operacionales	79
3.9.5. Costos Operacionales (COP).....	79
3.9.6. Depreciación Acelerada	79
3.9.7. Ahorro Fiscal por Depreciación	79
3.9.8. Flujo Neto de Caja (FNC).....	80

3.10. BENEFICIOS ECONOMICOS	80
3.10.1. Retorno de inversión (ROI).....	81
3.11. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS	81
CONCLUSIÓN.....	83
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1: RUTA DESDE SAN FERNANDO HACIA VIÑEDO CASA SILVA S.A.....	16
FIGURA 1-2: COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CADA UNA DE LAS LÍNEAS EN 2023.	18
FIGURA 1-3: MEZA DE TRABAJO.....	19
FIGURA 1-4: ORDEN DENTRO DE LA BODEGA DE REPUESTOS.	20
FIGURA 1-5: FICHA DE REGISTRO DE INTERVENCIÓN EN EQUIPO.	21
FIGURA 1-6: ALMACENAMIENTO DE MATERIAL PARA SER REUTILIZADO DE SER NECESARIO.	22
FIGURA 1-7: CATALOGO DE EQUIPO DE EMBOTELLADO MARCA FIMER.	22
FIGURA 1-8: FACTOR DE REPROCESAMIENTO DE BOTELLAS.	26
FIGURA 1-9: BOTELLAS PARA DESCORCHE A CAUSA DE NO PASAR ESTÁNDAR DE CALIDAD.	26
FIGURA 1-10: COMPARACIÓN GRÁFICA ASOCIADA A LA CONFIABILIDAD DE LÍNEA 1 Y 2. .	33
FIGURA 1-11: COMPARACIÓN GRÁFICA ASOCIADA A DISPONIBILIDAD DE LA LÍNEA 1 Y 2. .	34
FIGURA 1-12: COMPARACIÓN GRÁFICA DE LA MANTENIBILIDAD ASOCIADA A LA LÍNEA 1 Y 2.....	35
FIGURA 1-13: EMBOTELLADORA MARCA FIMER.	42
FIGURA 1-14: SECTOR DE LLENADO DE BOTELLAS.	42
FIGURA 2-1: FLUJO DE INFORMACIÓN.	44
FIGURA 2-2: LAS CUATRO FASES DEL TPM.....	46
FIGURA 2-3: PARÁMETROS EN LA CLASIFICACIÓN.....	52
FIGURA 3-1: PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM.....	58
FIGURA 3-2: DISPOSITIVOS DE COMPRESIÓN DE LOS TAPONES.	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1: CANTIDAD DE CAJAS DE 9 LITROS PRODUCIDAS EN 2023.....	18
TABLA 1-2: CANTIDAD DE DÍAS PRODUCTIVOS DEL AÑO 2023.	27
TABLA 1-3: CANTIDAD DE HORAS DISPONIBLES DEL AÑO 2023.....	27
TABLA 1-4: CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS DEL AÑO 2023.....	28
TABLA 1-5: CANTIDAD DE LITROS ENVASADOS EN 2023.....	28
TABLA 1-6: PROMEDIO DE BOTELLAS PRODUCIDAS POR HORA Y DÍA EN 2023.....	29
TABLA 1-7: CANTIDAD DE INTERVENCIÓN POR LÍNEA Y TIEMPO EMPLEADO EN REPARACIÓN.	30
TABLA 1-8: MATRIZ DE RIESGO APLICADA A LOS EQUIPOS.....	37
TABLA 1-9: CLASIFICACIÓN DE ESTADO DE LOS EQUIPOS.....	37
TABLA 1-10: FRECUENCIA DE FALLAS POR EQUIPO.	37
TABLA 1-11: NIVEL DE RIESGO ASOCIADO.	38
TABLA 1-12: COSTOS ASOCIADOS A LA INTERVENCIÓN DEL EQUIPO.	38
TABLA 1-13: NIVEL DE IMPACTO ASOCIADO EN BASE A LA FUNCIÓN DEL EQUIPO.	38
TABLA 1-14: NIVEL DE IMPACTO REFERIDO AL MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.....	39
TABLA 1-15: CATEGORIZACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN SU NIVEL DE RIESGO ASOCIADO.	40
TABLA 1-16: DATOS DEL EQUIPO.	41
TABLA 2-1: SEGUIMIENTO DE COMPRA DE REPUESTOS.....	49
TABLA 2-2: FICHA PARA INVENTARIO DE REPUESTOS DE CATEGORÍA “C” POR EQUIPO.	51
TABLA 2-3: NUEVO FORMATO DE REGISTRO DE INTERVENCIÓN CORRECTIVA POR EQUIPO.	54
TABLA 2-4: FICHA DE REGISTRO DE TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE INTERVENCIÓN Y TIEMPO EMPLEADO EN ELLA.	56
TABLA 3-1: PLAN DE ACCIÓN PARA LA ENTREGA DE CONTENIDO.....	60
TABLA 3-2: CLASIFICACIÓN DE NIVEL EMPLEADO EN LA EVALUACIÓN DE CADA OPERADOR.	61
TABLA 3-3: EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DEL OPERADOR OBTENIDOS EN CAPACITACIÓN.	62

TABLA 3-4: PUNTOS CRÍTICOS A LUBRICAR SEGÚN CATÁLOGO.	64
TABLA 3-5: PLANILLA DE ANÁLISIS DE 5 ¿POR QUÉ?	68
TABLA 3-6: PLANILLA DE IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO DEL COMPONENTE.....	69
TABLA 3-7: FORMATO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS.	70
TABLA 3-8: AUTOEVALUACIÓN DEL PROCESO DE ANÁLISIS.	71
TABLA 3-9: NARRACIÓN DEL SUCESO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE 5W+1H.	71
TABLA 3-10: ORDEN DE FALLA TÉCNICA.....	73
TABLA 3-11: ORDEN DE TRABAJO BASADO EN LA INSPECCIÓN.....	73
TABLA 3-12: ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO/PREDICTIVO.	73
TABLA 3-13: FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO.	74
TABLA 3-14: GASTOS PERMANENTES.....	77
TABLA 3-15: BIENES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	77
TABLA 3-16: COSTO ASOCIADO A LA PRODUCCIÓN DE CAJAS DE 9 BOTELLAS DEPENDIENDO DE SU FORMATO DE VINO.....	78
TABLA 3-17: FLUJO DE CAJA PROYECTADA CON INFORMACIÓN DE 2023.	80
TABLA 3-18: POSIBLES RESULTADOS DEL PROYECTO SEGÚN ESCENARIOS PESIMISTAS Y OPTIMISTAS.	82

INTRODUCCIÓN

Viña Casa Silva S.A. es una empresa familiar, la cual, desde su fundación ha deseado posicionarse como un referente de alta calidad dentro del mercado nacional e internacional en cuanto a la elaboración de vino se refiere.

Sin embargo, en la actualidad su planta embotelladora se ha visto enfrentada a retos significativos, los cuales dificultan el conseguir un aumento productivo para abarcar un nuevo mercado.

Entre estos se destacan:

1. Baja producción a causa de averías parciales que se mantienen durante el tiempo en sus equipos.
2. Largos periodos de tiempo invertidos en la reparación de los equipos debido a inventarios desorganizados que complican la disponibilidad de repuestos críticos en momentos de averías.
3. Alta dependencia de servicios externos para la realización de intervenciones preventivas y correctivas, debido a la falta de repuestos y su reducido personal de mantenimiento.

Al utilizar indicadores que revelen el estado de los equipos, se pudo observar que ambas líneas productivas presentan cifras críticas en cuanto a la eficiencia productiva y confiabilidad se refiere, siendo la línea 2 la más afectada (todos sus equipos mayoritariamente se pusieron en funcionamiento a partir del año 2004, además fueron reubicados a nuevas instalaciones durante el año 2012).

Durante el año 2023 esta produjo tan solo un 28,76% de su antigua capacidad, pasando de producir 3.800 (botellas/hora) a tan solo 1.093 (botellas/hora), evidenciando la necesidad de implementar mejoras de manera urgente en el cuidado y mantenimiento de sus equipos.

El punto central para todo el proyecto será el mantenimiento de la embotelladora, esto por ser el corazón de toda la línea, ya que cumple la función de lavar, llenar y corchar

cada una de las botellas producidas, por lo que su operatividad es clave para mantener la continuidad del proceso y la calidad del producto final. Por lo que el presente trabajo propone un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) diseñado principalmente con la finalidad de disminuir sus tiempos de inactividad y fomentar la participación de su operador en el cuidado del equipo.

Las estrategias planteadas incluyen:

1. Digitalización de registros de intervención para optimizar el análisis y la toma de decisiones por parte del equipo de mantenimiento (además de reducir el uso de papel ya que este reduce el espacio de almacenamiento en los estantes de la bodega).
2. Aplicación de la metodología 5S en la bodega de repuestos, junto a un sistema de inventario y clasificación de repuestos, para mejorar la organización y accesibilidad dentro de la bodega.
3. Implementación de pilares de TPM que estén enfocados en la confiabilidad, tales como el mantenimiento autónomo, planificado y la mejora enfocada, para fortalecer la gestión integral de los equipos.

Con estas acciones, se desea reducir en un 30% los tiempos de inactividad a causa de intervenciones no planificadas a causa de averías, aumentando la disponibilidad de toda la línea de producción.

OBJETIVO GENERAL

Reducir el tiempo improductivo a causa de averías mediante el uso de estrategias que involucren a los operadores en las tareas de mantenimiento y monitoreo de anomalías, siendo estos un punto de apoyo para la identificación de posibles causas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar el estado de las líneas de embotellado a través de un análisis de datos (MTBF, MTTR, disponibilidad y confiabilidad), para un registro que de inicio a un historial que determine la condición de los equipos durante el transcurso del tiempo.
2. Optimizar el sistema de gestión de repuestos mediante una metodología que considere la clasificación y categorización por criticidad, a fin de una disminución del tiempo que se emplea para la búsqueda de componentes durante la reparación de equipos.
3. Evaluar el impacto económico de la propuesta, por medio de una estimación de costos y beneficios financieros derivados de la reducción de fallas, para que se facilite la toma de decisión por parte de la directiva en cuanto a la aprobación de la puesta en marcha del proyecto.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE
EMBOTELLADO

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO

A continuación, se hará una breve descripción de la empresa en cuestión, esto con la finalidad de dar a conocer en mayor detalle el estado de la planta.

1.1. VIÑA CASA SILVA S.A.

Esta es una empresa familiar con una rica historia en el Valle de Colchagua, la cual nació a partir de una idea que se dio a fines de 1996, cuando Mario Pablo hijo, le propone a Mario Pablo Padre, terminar su negocio de proveer vino a granel a otras empresas, para comenzar a embotellar sus propios vinos bajo una marca propia.

1.1.1. Misión

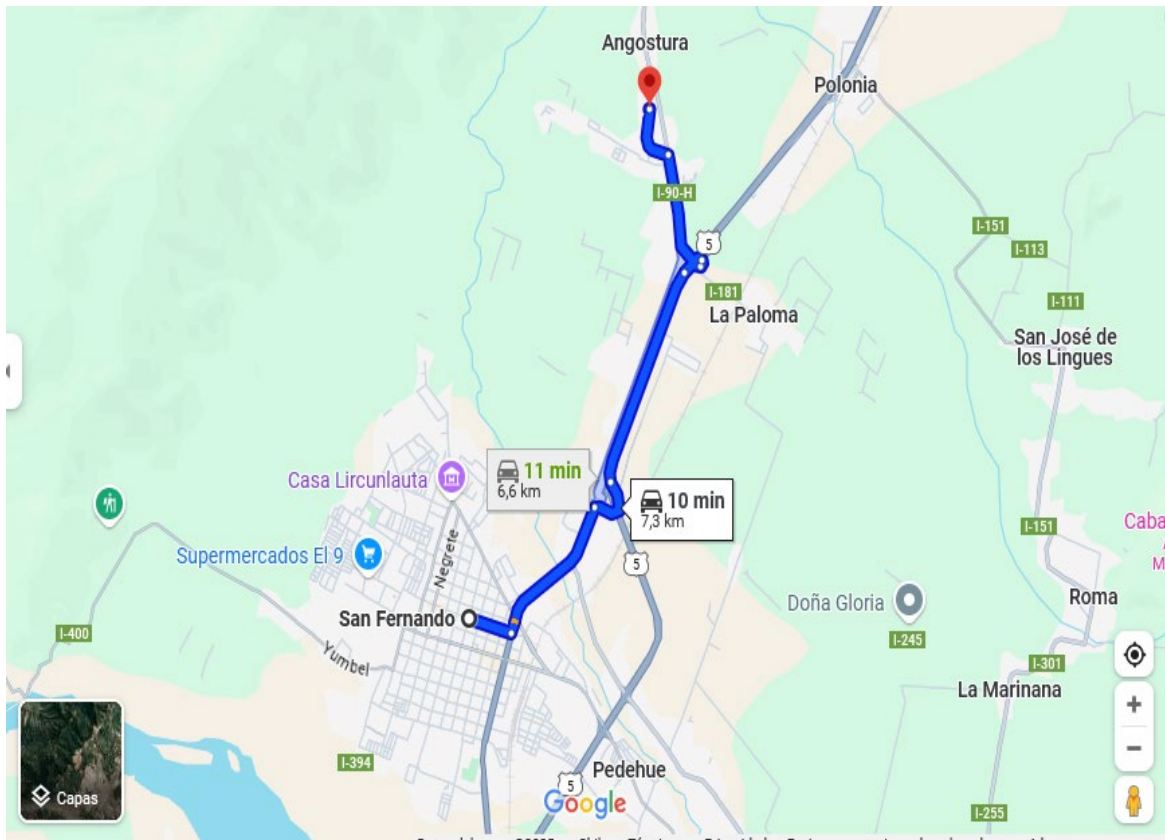
“Ser la primera opción de compra de vinos de alta calidad, tanto en mercados nacionales como internacionales. Quien elige el vino no solo lo hace por su calidad, sino por lo que la empresa representa: valores familiares, innovación, estilo de vida y respeto por la naturaleza.” (Viña Casa Silva S.A, s.f.).

1.1.2. Visión

“Viña Casa Silva busca ser reconocida por sus vinos finos de alta calidad, líderes de la nueva generación de vinos Premium en Chile; innovadores, pioneros, con un estilo de vida propio de Colchagua, que respeta las tradiciones, la relación con su gente, con la comunidad y el medioambiente. Ser la viña más familiar de Chile, y proyectar estos valores a las futuras generaciones.” (Viña Casa Silva S.A, s.f.)

1.1.3. Ubicación

Viña Casa Silva S.A se sitúa en Hijuelas Norte S/N, PO BOX 97, a unos 7,3 (km) de distancia de la comuna de San Fernando (Figura 1-1). Además, cuenta con bodegas ubicadas en el sector de los Lingües y Lolol.



Fuente: Imagen satelital obtenida a partir de (Google maps, 2025).

Figura 1-1: Ruta desde San Fernando hacia Viñedo Casa Silva S.A

1.2. ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN

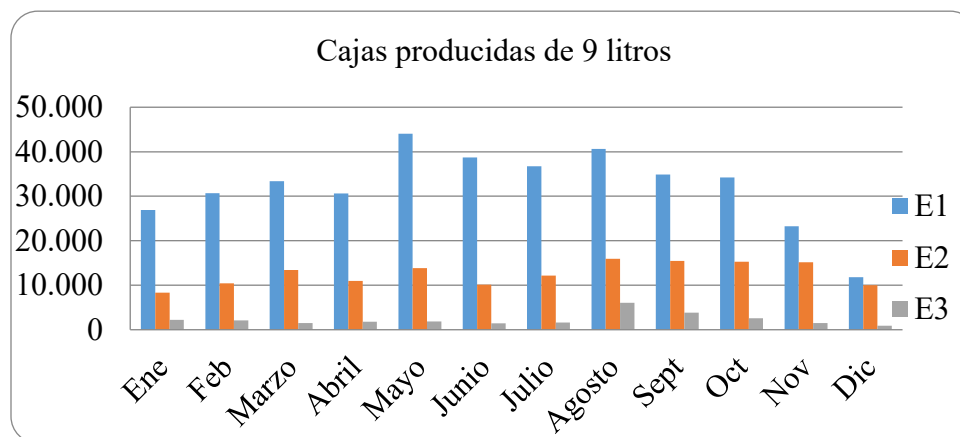
La planta cuenta con tres líneas productivas, las cuales cumplen distintas funciones en base a su capacidad productiva (Tabla 1-1), estas son:

1. Línea 1: Es la encargada de embotellar y producir el vino comercial, el cual es producido en masa.
2. Línea 2: Lleva a cabo el embotellado del producto que se elabora en menor cantidad, pero con una mayor calidad, siendo aquel producto de mayor valor.
3. Línea 3: Se utiliza para aquellos encargos personalizados, en esta no se realiza el embotellado, solo el etiquetado, encapsulado y embalaje de botellas que fueron almacenadas con anterioridad (de esta no se lleva ningún tipo de registro ni historial, por lo cual se desconoce en qué año se puso en funcionamiento o que intervenciones se han realizado en ella, por lo cual se debe señalar que no se tendrá en consideración en la priorización de los equipos, sin embargo se debe iniciar un registro para esta, ya que si bien su producción es mínima en comparación a las dos anteriores, esta permite un servicio usado en eventos como bautizos, matrimonios o fiestas en general lo cual es muy atractivo en la comunidad).

Tabla 1-1: Cantidad de cajas de 9 litros producidas en 2023

Cajas 9 Litros	Ene	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	Proj. Año	Total Año
Línea														
E1	26.922	30.665	33.362	30.621	44.070	38.707	36.715	40.641	34.867	34.202	23.276	11.807	32.155	385.855
E2	8.347	10.426	13.403	10.972	13.864	10.099	12.183	15.944	15.482	15.252	15.165	9.989	12.594	151.126
E3	2.208	2.096	1.469	1.792	1.846	1.416	1.648	6.028	3.807	2.578	1.504	908	2.275	27.300
Total	37.477	43.187	48.234	43.385	59.780	50.222	50.546	62.613	54.156	52.032	39.945	22.704	47.023	564.281

Fuente: Información de documento “Prod. Promedio Año 23” de Viña Casa Silva S.A. proporcionada por Cornejo, R. (2023).



Fuente: Información de documento “Prod. Promedio Año 23” de Viña Casa Silva S.A. proporcionada por Cornejo, R. (2023).

Figura 1-2: Comparación de producción de cada una de las líneas en 2023

1.3. PRINCIPALES PROBLEMAS OBSERVADOS EN TERRENO

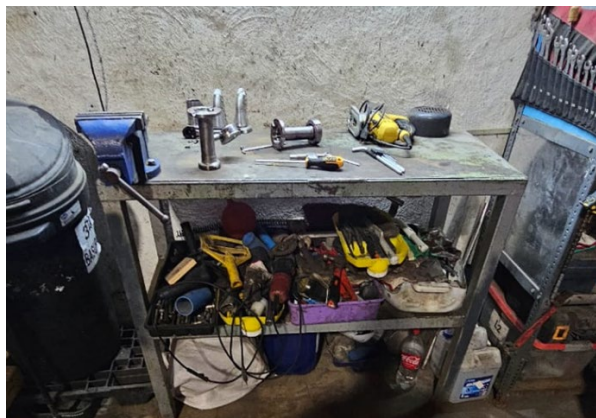
Al adentrarse en la planta, es posible advertir distintos factores asociados al área de mantenimiento que podrían ocasionar un retraso al momento de reparar los equipos mediante una intervención correctiva.

1.3.1. Reducido personal en el área mantenimiento

Esta área solo cuenta con dos personas, que tienen por función el realizar las tareas de mantenimiento de las instalaciones y de los equipos, además a veces se ven en la obligación de sustituir a los operadores en sus funciones cuando estos no se encuentran presentes.

1.3.2. Instalaciones disponibles

Estos solo cuentan con una bodega, la cual debe ser utilizada para guardar materiales (Figura 1-4) y como taller de reparaciones (Figura 1-3), contando con muy poco espacio para el almacenamiento de repuestos.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-3: Meza de trabajo



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-4: Orden dentro de la Bodega de repuestos

1.3.3. Registros de intervenciones

Todas las actividades de mantenimiento (correctivo y preventivo) en las líneas 1 y 2, son registradas por medio de fichas impresas (Figura 1-5) lo que dificulta el almacenamiento de la información a posteridad, debido a que con el pasar del tiempo y las condiciones de almacenamiento se ven dañados e ilegibles, por otro lado, dentro de estos formatos solo se hace alusión al tiempo de inicio del incidente lo que solo es un dato parcial, lo que impide obtener un tiempo medio de reparación por equipo.

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD						Re. M. R. M.
REGISTRO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACIÓN DE MAQUINARIA						Nº Páginas: 1
Nº	Maquinaria	Marca	Modelo	Matrícula	Año	
6	Etiquetadora	OMB	Modelo SP	570.11	2011	
Hora	Fecha	Acción a Realizar		Nombre Supervisor	Fecha Supervisor	Observaciones
14 ⁰⁰	14/02/23	SE REALIZA MANTENIMIENTO Y CALIBRACIONES A PARAMETROS DE MOTOR PARA PASO DE TRAYECTORIA		P. CADIZAL		OPERATIVA EN 19 minutos - MARCHA CON COLECTOR DIVERSO - SE REALIZA CALIBRACION EN EL ESTACIONAMIENTO 1380 25x25 EN 50000 DE SE
12 ⁰⁰	02/02/23	CAMBIO DE LUBRICANTES A (1282 25 25 AN) PROCEDIMIENTO ALMOTOFANUCOS		P. CADIZAL		OPERATIVA
10 ⁰⁰	3/02/23	PARA EN TRAYECTORIA ESTACIONES DE TRAYECTORIA CALIBRACIONES APOYO DE ALTA PRECISION PARA TRAYECTORIA		P. CADIZAL		NO OPERATIVA
		SE CAMBIA TRAYECTORIA DE CALIBRACION ESTACIONES DE TRAYECTORIA		P. CADIZAL		OPERATIVA EN 15 minutos
9 ⁰⁰	15/02/23	SE MARCHA A PASO DE TRAYECTORIA REPARADA A SU ESTADO		P. CADIZAL		MANTENIMIENTO
		NO FUNCIONAN LAS CALIBRACIONES EN TRAYECTORIA DE ESTACIONES DE TRAYECTORIA				OPERATIVA - NO OPERATIVA
8 ⁰⁰	21/02/23	SE REALIZA A SU O ATRÁS DE ARBITRARIO CALIBRACIONES DE TRAYECTORIA ESTACIONES DE TRAYECTORIA A DIGITAL		P. CADIZAL		OPERATIVA CON 2 ESTACIONES DE TRAYECTORIA
10 ⁰⁰	23/02/23	SE REALIZA A SU O ATRÁS DE ARBITRARIO CALIBRACIONES DE TRAYECTORIA ESTACIONES DE TRAYECTORIA A DIGITAL		P. CADIZAL		OPERATIVA CON 2 ESTACIONES DE TRAYECTORIA
		SE REALIZA A SU O ATRÁS DE ARBITRARIO CALIBRACIONES DE TRAYECTORIA ESTACIONES DE TRAYECTORIA A DIGITAL		P. CADIZAL		OPERATIVA CON 2 ESTACIONES DE TRAYECTORIA
10 ⁰⁰	24/02/23	CAMBIO DE PISTON TULIN 2				OPERATIVA CON 2 ESTACIONES DE TRAYECTORIA
11 ⁰⁰	27/02/23	PRESENTA PROBLEMAS PARA 2 NO SE OPERA EN ESTACIONES DE TRAYECTORIA PARA EN SU O ATRÁS DE ARBITRARIO CALIBRACIONES DE TRAYECTORIA ESTACIONES DE TRAYECTORIA A DIGITAL		P. CADIZAL		OPERATIVA CON 2 ESTACIONES DE TRAYECTORIA
9 ⁰⁰	12/04/23	SE REALIZA A SU O ATRÁS DE ARBITRARIO CALIBRACIONES DE TRAYECTORIA ESTACIONES DE TRAYECTORIA A DIGITAL		P. CADIZAL		OPERATIVA CON 2 ESTACIONES DE TRAYECTORIA

Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-5: Ficha de registro de intervención en equipo

1.3.4. Compra de repuestos

Se hace una solicitud de compra dirigida vía correo electrónico al gerente de producción por parte del equipo de mantenimiento, de ser aceptada, se reenviará a una tercera persona, la cual hará una lista con todos los elementos solicitados por las distintas áreas de la empresa y se la entregará a un cuarto individuo para que este realice la compra en la localidad de San Fernando, en el caso de no encontrar todos los elementos de la lista, se termina por entregar un pedido incompleto, perdiendo el registro y obligando a realizar una nueva solicitud.

1.3.5. Inventario

No se lleva ningún tipo de inventario en bodega, esto ya que no se cuenta con ningún tipo de herramienta para llevar un registro formal, además, en algunas ocasiones elementos se han almacenado a la intemperie y se han mezclado con desechos debido a la falta de espacio en bodega (Figura 1-6).

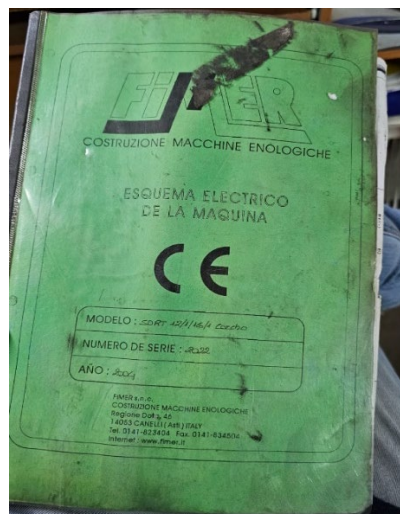


Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-6: Almacenamiento de material para ser reutilizado de ser necesario

1.3.6. Reducida información de los equipos

Se cuenta con un pequeño número de catálogos, estos son almacenados en formato físico en bodega y fueron adquiridos al momento de comprar los equipos, por lo que presentan un notable daño por el transcurso del tiempo (como se muestra en Figura 1-7).



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-7: Catalogo de equipo de embotellado marca Fimer

1.4. RECOPIACIÓN DE DATOS

Se fomentará un diálogo con el personal de mantenimiento, con el fin de incorporar su percepción y generar una retroalimentación, haciendo de esto un proceso colaborativo.

Tomaremos en consideración datos recopilados por el área de producción, debido a que estos cuentan con un historial que considera el tiempo que estuvo detenida la línea a causa de la avería y cantidad de veces que se produjeron, sin embargo, esta información es parcial debido a que solo cuenta con los sucesos que impidieron continuar en producción y no señala el equipo en cuestión, por lo que se debe reiterar la importancia de contar con un nuevo sistema de recopilación de datos.

1.4.1. Rendimiento de líneas 1 y 2

El rendimiento mide la cantidad de elementos producidos en comparación a la máxima capacidad teórica que se podría tener. Un bajo rendimiento en la producción de cada línea puede ser causado tanto por averías, como también por problemas en la suministración de insumos y materia prima.

Para esto se debe considerar:

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Máxima Teórica}} \right) \times 100$$

$$1. \text{Rendimiento}_{L1} = \left(\frac{3.204}{6.500} \right) \times 100 = 49,29\%.$$

$$2. \text{Rendimiento}_{L2} = \left(\frac{1.093}{3.800} \right) \times 100 = 28,76\%.$$

1.4.2. Período de tiempo tomado en consideración

Para realizar este análisis, tomaremos en consideración un periodo de tiempo que abarque los meses desde enero a diciembre del 2023, esperando mediante esto, poder contemplar la condición general de la empresa, obteniendo así resultados lo más cercanos a la realidad.

1.4.2.1. Tiempo disponible

Estas son las horas totales en las que el equipo pudo haber estado en funcionamiento durante ese año, sin considerar paradas, ni tiempos muertos en la producción (Tabla 1-2).

$$Tiempo\ disponible_{45(hrs)} = 232(días) \times 9 (hrs) = 2.088 (hrs).$$

1.4.2.2. Tiempo de operación en cada una de las líneas

Este es el tiempo real en el que se estuvo trabajando en cada una de las líneas, ya que se descuentan todos aquellos tiempos muertos o sin procesos (datos obtenidos en tablas Tabla 1-2, Tabla 1-3 y Tabla 1-4).

$$Tiempo\ de\ operación_{Real} = \text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo muerto.}$$

$$1. \text{Tiempo de operación}_{L1} = 2.088 (hrs) - 620 (hrs) = 1.468 (hrs).$$

$$\frac{1.468}{232} = 6,32 \approx 6(h) \text{ en producción cada día.}$$

$$2. \text{Tiempo de operación}_{L2} = 2.088 (hrs) - 478 (hrs) = 1.610 (hrs).$$

$$\frac{1.610}{232} = 6,93 \approx 7(h) \text{ en producción cada día.}$$

Estas horas perdidas para la producción (Tabla 1-4) son la suma de tiempo por cada una de las detenciones producidas, considerando limpieza y desinfección, falta de material, llenado de cubas para cambio de formato, impresión de etiquetas, ajustes y averías en los equipos.

En la Tabla 1-7 se puede observar la cantidad de tiempo en que la línea se encontró en detención a causa de averías, esto significando un porcentaje de la detención total de:

$$1. \text{ Detencion por averia}_{L1} = \left(\frac{21,35 \times 100}{620} \right) = 3,44 \%$$

$$2. \text{ Detencion por averia}_{L2} = \left(\frac{35,45 \times 100}{478} \right) = 7,42\%$$

Estas cifras parecen diminutas, pero al considerar la información expuesta en Tabla 1-6, podemos señalar que:

$$1. \text{ Cantidad de botellas}_{L1} = 3.204 \times 21,35 = 68.405 \text{ Botellas.}$$

$$2. \text{ Cantidad de botellas}_{L2} = 1.093 \times 35,45 = 38.747 \text{ Botellas.}$$

Lo cual lo transforma en un considerable aumento productivo, además, debido a desajustes u averías en los equipos, en algunas ocasiones se ven en la obligación de reprocesar botellas (ver Figura 1-8) debido a no aprobar el estándar de calidad, lo que crea un error al llevar un conteo de unidades procesadas (ver Figura 1-9) , además de generar una perdida que no se ha tenido en consideración en ninguno de los registros de producción, por lo cual se recomienda elaborar un sistema que señale estas unidades por parte del área de calidad.



Fuente: elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-8: Factor de reprocesamiento de botellas



Fuente: elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-9: Botellas para descorche a causa de no pasar estándar de calidad

1.4.3. Tablas de registro de información a utilizar

Estas tablas fueron elaboradas a partir del material compartido por parte del personal del viñedo.

Tabla 1-2: Cantidad de días productivos del año 2023

Mes	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	suma	promedio
Días Trab	17	21	23	20	22	20	21	22	18	18	20	10	232	19

Fuente: Información de documento “Prod. Promedio Año 23” de Viña Casa Silva S.A. proporcionada por Cornejo, R. (2023).

Tabla 1-3: Cantidad de horas disponibles del año 2023

Horas Diarias	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	Total, horas Teóricas
9	153	189	207	180	198	180	189	198	162	162	180	90	2.088

Fuente: elaboración propia de acuerdo con información entregada por Cornejo, R. (2023).

Tabla 1-4: Cantidad de Horas perdidas del año 2023

Hrs Perdidas	Ene	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	Prom. Año	Total Año
Línea														
1	25,9	53,8	67,2	54,9	46,7	58,5	77,4	41,2	55,0	57,9	66,9	14,8	51,7	620
2	53,8	37,1	46,1	39,0	38,7	25,8	28,0	48,0	46,0	40,2	47,7	27,5	39,8	478
3	21,6	19,2	18,8	29,0	26,0	15,2	28,4	35,0	31,0	24,4	11,8	7,2	22,3	268
Total	101,3	110,1	132,1	122,9	111,4	99,5	133,8	124,2	132,0	122,5	126,4	49,5	113,8	1.365,7

Fuente: Información de documento “Prod. Promedio Año 23” de Viña Casa Silva S.A. proporcionada por Cornejo, R. (2023).

Tabla 1-5: Cantidad de litros envasados en 2023

Área	Línea	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	Total. Año
Litros Envasado	L1	250.873	289.472	324.324	263.408	362.487	329.588	314.827	392.288	353.244	292.090	238.973	115.601	3.527.175
	L2	83.646	121.668	96.246	66.096	99.504	112.600	106.891	151.988	146.406	125.310	121.211	87.703	1.319.269
	L3	-	17.385	18.944	19.350	19.028	-	-	19.000	-	14.960	-	36.510	145.177
	Total (L)	334.519	428.525	439.514	348.854	481.019	442.188	421.718	563.276	499.650	432.360	360.184	239.814	4.991.621

Fuente: Información de documento “Prod. Promedio Año 23” de Viña Casa Silva S.A. proporcionada por Cornejo, R. (2023).

Tabla 1-6: Promedio de botellas producidas por hora y día en 2023

Formato 750 (ml)	Línea	Total de horas reales trabajadas al año	Litro/hora (aprox.)	Cantidad de Botellas de 750(ml) por Hora (aprox.)	Litro/Día (aprox.)	Cantidad Botellas de 750(ml) por Día (aprox.)
	1	1.468	2.403	3.204	15.203	20.271
	2	1.610	819	1.093	5.687	7.582
	3.078	3.222	4.296	20.890	27.853	26.872

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información entregada por Cornejo, R. (2023).

Tabla 1-7: Cantidad de intervención por línea y tiempo empleado en reparación

2023	Numero de fallas registradas por área de Producción													
	Línea	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
	1	2	1	5	3	1	0	0	0	1	2	2	1	18
2	2	3	0	2	3	1	0	4	5	2	1	0	23	
2023	Horas perdidas en producción a causa de Averías													
	Línea	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
	1	1,52	0,62	6,42	3,02	0,58	0,00	0,00	0,00	1,08	4,62	2,00	1,50	21,35
2	1,38	3,35	0,00	2,25	4,35	0,42	0,00	10,65	8,88	2,68	1,48	0,00	35,45	

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información entregada por Cornejo, R. (2023).

1.5. ANÁLISIS DE DATOS

Como ya se ha mencionado anteriormente, para este análisis, se tuvo que emplear la información general de cada línea, ya que los registros productivos no son llevados de manera individual para cada equipo.

1.5.2. MTBF

Representa el tiempo promedio entre fallas de un sistema o equipo.

Fórmula:

$$MTBF = \frac{\textit{T tiempo total de operación}}{\textit{Número total de fallas}}$$

$$1. L_1 : MTBF = \frac{1.468 \textit{ (hrs)}}{18} = 81,56 \textit{ (hrs)}.$$

$$2. L_2 : MTBF = \frac{1.610 \textit{ (hrs)}}{23} = 70 \textit{ (hrs)}.$$

(Un valor alto significa que el equipo cuenta con una mayor confiabilidad).

1.5.3. MTTR

Representa el tiempo promedio que toma reparar un fallo o avería en un equipo (ver Tabla 1-7).

Fórmula:

$$MTTR = \frac{\textit{T tiempo total de reparación}}{\textit{Número total de reparaciones}}$$

$$1. L_1: MTTR = \frac{21,35 \textit{ (hrs)}}{18} = 1,19 \textit{ (hrs)}.$$

$$2. L_2 : \text{MTTR} = \frac{35,45 \text{ (hrs)}}{23} = 1,54 \text{ (hrs)}.$$

1.5.4. Análisis de RAM

Este análisis lleva su nombre debido a las siglas en inglés de los conceptos que lo conforman, los cuales son Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, estos tres elementos están estrechamente relacionados y tienen un impacto significativo en la productividad, calidad y costos de la operación.

1.5.4.1. Confiabilidad

La confiabilidad mide la probabilidad de que una línea de producción opere sin fallas durante un periodo determinado de tiempo.

Fórmula:

$$\text{Confiabilidad (R)} = e^{-\lambda t}$$

Donde:

- R es el periodo de tiempo en unidad de horas que estuvo que se tuvo en consideración.
- λ tasa de fallos por hora. $\lambda = \frac{1}{MTBF}$
- t es el periodo de tiempo que se toma en consideración.

$$1. L_1: \text{Confiabilidad (45)} = e^{-\left(\frac{45}{81,56}\right)} = 0,575 = 0,575 \times 100 = 57,50 \%$$

$$\lambda = \frac{1}{81,56 \text{ (hrs)}}$$

$$2. L_2: \text{Confiabilidad} (45) = e^{-\left(\frac{45}{70}\right)} = 0,525 = 0,525 \times 100 = 52,50 \%$$

$$\lambda = \frac{1}{70 \text{ (hrs)}}$$



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con resultados de Confiabilidad.

Figura 1-10: Comparación gráfica asociada a la confiabilidad de línea 1 y 2

1.5.4.2. Disponibilidad

La disponibilidad es el porcentaje de tiempo en que el equipo estuvo en funcionamiento, definiéndose como la capacidad de un sistema o elemento, de encontrarse en condiciones de realizar su función cuando se requiere.

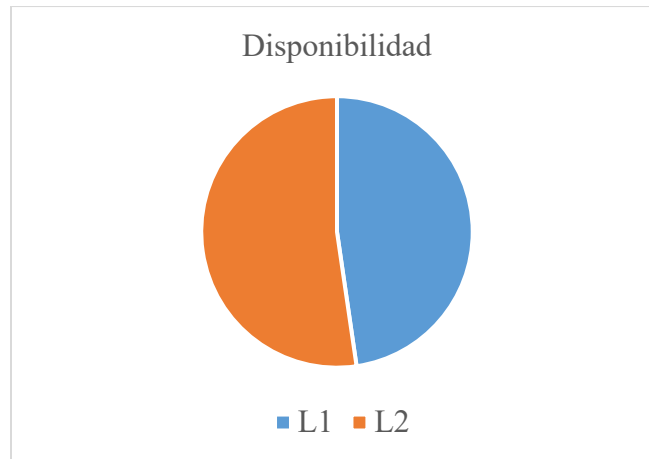
Esta es un reflejo de la combinación de factores, como MTBF, MTTR y logística al momento de suministrar materiales para la operación productiva, como el tipo de botella o cápsulas que se deben usar.

Fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento planeadas} - \text{Horas en paradas}}{\text{Horas totales de funcionamiento planeadas}} \times 100$$

$$1. \text{ Disponibilidad } (L_1) = \frac{2.088 \text{ (hrs)} - 620 \text{ (hrs)}}{2.088 \text{ (hrs)}} \times 100 = 70,30\%$$

$$2. \text{ Disponibilidad } (L_2) = \frac{2.088 \text{ (hrs)} - 478 \text{ (hrs)}}{2.088 \text{ (hrs)}} \times 100 = 77,10\%.$$



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con resultados de Disponibilidad.

Figura 1-11: Comparación gráfica asociada a disponibilidad de la línea 1 y 2

1.5.4.3. Mantenibilidad

La mantenibilidad se refiere a la facilidad con la que un sistema puede ser mantenido o restaurado a una condición específica cuando se realiza el mantenimiento.

Fórmula:

$$M_{(t)} = 1 - e^{-\mu t}$$

Donde:

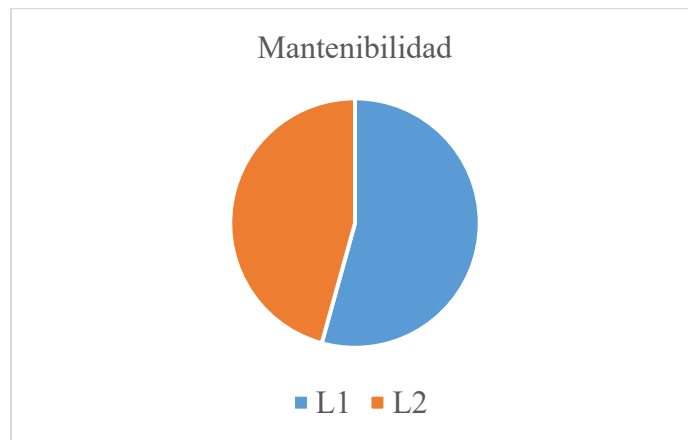
- $\mu = \frac{1}{MTTR}$, tasa de reparación constante.
- t = periodo de tiempo en horas tomado en consideración.

1. $Mantenibilidad_{L1}: M_{(1)} = 1 - e^{-\left(\frac{1}{1,19}\right)} = 0,568 = 0,568 \times 100 = 56,80 \%$.

$$\mu = \frac{1}{1,19}$$

2. $Mantenibilidad_{L2}: M_{(1)} = 1 - e^{-\left(\frac{1}{1,54}\right)} = 0,478 = 0,478 \times 100 = 47,80 \%$.

$$\mu = \frac{1}{1,54}$$



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con resultados de Mantenibilidad.

Figura 1-12: Comparación gráfica de la mantenibilidad asociada a la línea 1 y 2

1.6. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS

Gracias a los indicadores previos, se puede determinar que la línea 2 se encuentra en una situación en la cual el estado de sus equipos presenta un mayor desgaste.

Sin embargo, esta tiene una mayor disponibilidad, esto ya que su capacidad productiva no crea dificultades logísticas asociadas al abastecimiento de materiales (botellas, corchos, capsulas y etiquetas), por lo cual permitiría un aumento en su productividad al disminuir su número de averías, es por esto por lo que se desarrollará un sistema que permita la categorización del impacto operacional por equipo, para priorizar tácticas en el equipo más crítico.

1.6.2. Matriz de Riesgo

Esta es una herramienta clave para identificar, evaluar y priorizar los riesgos asociados a cada equipo. Esta matriz no solo considera la frecuencia de las fallas, sino que también evalúa el impacto que estas pueden tener en la producción, la seguridad y la calidad del producto final.

Al comprender el nivel de riesgo de cada componente del sistema, se pueden tomar decisiones de manera informada para así optimizar las estrategias de mantenimiento, asignar recursos de manera eficiente y minimizar las interrupciones en la producción. (Esta matriz se llevará a cabo en base a información proporcionada por el equipo de mantenimiento).

Fórmula empleada:

$$1. \textit{ Criticidad total}(CT) = \textit{ Frecuencia}(FF) \times \textit{ Consecuencia}(CC)$$

$$2. \textit{ Consecuencia}(CC) = ((IO \times FO) + (CM + ISAH))$$

Tabla 1-8: Matriz de riesgo aplicada a los equipos

Frecuencia (FF)	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		Consecuencia (CC)				

Fuente: (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

Tabla 1-9: Clasificación de estado de los equipos

Mantenimiento Critico	C
Mantenimiento medianamente critico	MC
mantenimiento no critico	NC

Fuente: (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

Tabla 1-10: Frecuencia de fallas por equipo

Frecuencias de falla (FF)	Cuantificación
Mayor a 4 fallas por año	4
2-3 fallas por año	3
1-2 fallas por año	2
Menos de 1 falla por año	1

Fuente: (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

Tabla 1-11: Nivel de riesgo asociado

Flexibilidad operacional (FO)	Cuantificación
No existe opción de producción, ni repuestos disponibles para compra	4
Hay opción de fabricación de repuesto	2
Repuesto disponible en el mercado	1

Fuente: (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

Tabla 1-12: Costos asociados a la intervención del equipo

Costos de mantenimiento (CM)	Cuantificación
Mayor o igual a USD\$60,000	2
Menor a USD\$20,000	1

Fuente: (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

Tabla 1-13: Nivel de impacto asociado en base a la función del equipo

Impacto operacional (IO)	Cuantificación
Parada de toda la línea	10
Parada del sistema o sección y tiene repercusiones en otros sistemas	7
Impacto en los niveles de inventario	4
No genera ningún efecto o impacto significativo	1

Fuente: (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

Tabla 1-14: Nivel de impacto referido al medio ambiente y seguridad de las personas

Impacto en la seguridad ambiental y humana (ISAH)	Cuantificación
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere de la notificación de agentes internos y externos de la organización	8
Afecta el ambiente e instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores	3
No provoca ningún daño a personas, medio ambiente o instalaciones	1

Fuente: (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

Tabla 1-15: Categorización de los equipos según su nivel de riesgo asociado

Equipo	Frecuencia de fallas, (FF)	Flexibilidad operacional (FO)	Costos de mantenimiento (CM)	Impacto operacional (IO)	Impacto en la seguridad ambiental y humana (ISAH)	Consecuencia	Criticidad total	Categoría
Maquina llenadora (FIMER)	4	2	2	10	8	30	120	C
Tapadora rosca (FIMER)	3	2	1	10	3	24	72	MC
Lavadora exterior (OMAR)	4	2	1	4	1	10	40	MC
Encapsuladora (OMAR)	4	2	1	4	3	12	48	MC
Etiquetadora (ETICAR SISTEM)	4	2	1	7	1	16	64	MC
Selladora de cajas (LITTLE DAVID)	4	1	1	1	1	3	12	MC

Fuente: Elaborado de acuerdo con (Yam Cervantes, Pali Casanova, & Zavala Loria, 2019).

1.6.3. Estado de los equipos

Se puede observar (Tabla 1-15) que cada uno de los equipos se encuentran en un estado de alarma, esto a causa de fallas que se repiten durante el tiempo, siendo la embotelladora “Fimer”, la maquina con mayor riesgo en la producción, esto ya que la llenadora es el corazón de todo el proceso productivo, además de ser el único equipo que entra en contacto directo con el producto, su eficiencia radica en su capacidad para mantener el flujo constante de botellas que alimentan a los demás equipos de la línea.

1.7. BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Sistema encargado de llevar a cabo el lavado interior de cada una de las botellas vacías, para realizar su posterior llenado (Figura 1-14), finalizando con un corchado (estos son proporcionados mediante una escalera Figura 1-13), puede funcionar de manera automática o manual, dependiendo del criterio del operador, está por lo general es utilizada a una velocidad continua, pero se ve obligada a bajar su ritmo si es que se presenta una falla en ella o en alguno de los sectores de la línea.

Tabla 1-16: Datos del equipo

Línea	Marca	Modelo	Puesta en marcha
2	Fimer	SDRT/12-2-16-13	2004

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con datos en el taller de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-13: Embotelladora marca Fimer



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 05/07/24.

Figura 1-14: Sector de llenado de botellas

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE MEJORAS EN LA GESTIÓN

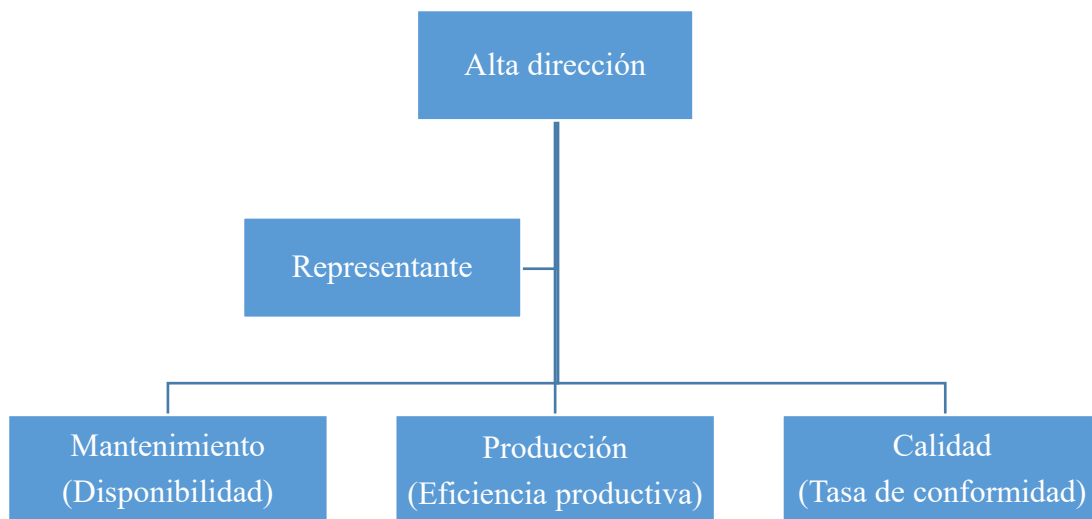
2. PROPUESTA DE MEJORAS EN LA GESTIÓN

Estas propuestas fueron sugeridas de manera superficial durante mis visitas a terreno y fueron bien recibidas por parte del equipo de mantenimiento.

2.4. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA TPM

Se desarrollará un plan estratégico basado en los pilares de Mantenimiento autónomo, Mejora enfocada y Mantenimiento planificado, esto con el fin de disminuir la carga impuesta en el reducido personal de mantenimiento y que a su vez permita mantener un mayor control del estado de las máquinas, esto gracias a inspecciones continuas por parte de los operarios, además se realizarán reuniones que engloben a las tres grandes áreas de la empresa (ver Figura 2-1) en días establecidos durante la semana, para obtener una clara retroalimentación sobre puntos a mejorar.

Se debe enfatizar la importancia de una colaboración interdepartamental para que se permita una mejora continua, destacando cómo cada área contribuye al éxito de las operaciones al proporcionar datos precisos y oportunos, por lo cual la información debe ser divulgada, para tener una paridad en conocimientos situacionales.



Fuente: Elaboración propia en base la información necesaria para la aplicación futura del indicador OEE.

Figura 2-1: Flujo de información

2.4.2. ¿Qué es mantenimiento productivo total?

Mantenimiento productivo total o TPM trata sobre una filosofía del mantenimiento enfocada en conseguir un estado de mejora continua, permitiendo alcanzar los objetivos de cero fallas, cero pérdidas, cero defectos y cero accidentes, para esto se deben utilizar datos cuantitativos del proceso para hacer una comparativa del antes y después.

Para que esta metodología tenga resultados, se deben dejar de ignorar los problemas, sin importar que tan triviales sean, es por esto por lo que una de sus principales características es el involucrar a cada uno de los integrantes de la empresa en la búsqueda de una mejora.

2.4.3. ¿Cómo se implementa el TPM?

La implementación de TPM se realiza de manera gradual en un tiempo determinado, como por ejemplo a lo largo de un año, siguiendo un enfoque por fases (son cuatro en total), las cuales permiten la adaptación progresiva del personal.

Estas pueden ser vistas como un ciclo continuo y reiterado, ya que al llegar a la última fase (consolidación de los objetivos), se deberán establecer nuevas metas, siendo esta la base para alcanzar una mejora continua.

Cada fase está compuesta por un número establecido de pasos (con un total de doce pasos), los cuales son usados para conseguir una transición y estos a su vez se conforman por actividades que deben completarse satisfactoriamente antes de proseguir.

Se espera que esta manera no solo se facilite la aceptación al cambio, sino que también asegure que cada etapa se ejecute correctamente antes de pasar a la siguiente.

La metodología consta de las siguientes fases:



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información de las 4 fases y mejora continua.

Figura 2-2: Las cuatro fases del TPM

2.4.4. Ejemplificación de los pasos a seguir

A continuación, se hará una breve descripción de los pasos que se deberían seguir para la puesta en marcha de TPM, estos pasos pueden ser modificados según crea conveniente la alta directiva, sin embargo, estos deben evaluar el cumplimiento satisfactorio de cada uno (además de establecer un límite de tiempo para el cumplimiento de estos), antes de proseguir, considerando los recursos necesarios para que las cuatro fases puedan completarse en el plazo de un año.

2.4.4.1. Preparación

1. Declaración de la decisión de introducir la metodología de TPM por parte de la alta dirección.
2. Realizar una charla introductoria que entregue la información necesaria para comprender en que consiste la metodología.
3. Se debe crear un sistema de divulgación del TPM, como por ejemplo mediante la utilización de panfletos y carteles ubicados en puntos visibles.
4. Establecer políticas de trabajo y objetivos claros, estos objetivos deben poder ser medidos de forma cuantitativa.

5. Crear un plan maestro para el desarrollo del TPM, centrándose en actividades de mejora.

2.4.4.2. Introducción

6. Se hace el lanzamiento del proyecto, dando pie al inicio de las prácticas de la metodología.

2.4.4.3. Propuesta de implementación

7. Establecer un sistema que permita un aumento en la producción gracias a la disminución de ocurrencia de las seis grandes pérdidas señaladas en TPM (defectos en el proceso, fallas en los equipos, reducción de la velocidad de los equipos, detenciones menores, ajustes en los equipos, pérdidas causadas por la puesta en marcha).
8. Crear un programa de mantenimiento que considere la participación de los operarios.
9. Establecimiento de un sistema de mantenimiento planificado, el cual debe ser coordinado con el área de producción.
10. Se debe evaluar el nivel de conocimiento obtenido por los operadores a cargo de las tareas de inspección y mantenimiento.
11. Analizar todos los datos obtenidos durante la implementación del proyecto.

2.4.4.4. Consolidación

12. Perfeccionamiento de las estrategias empleadas, además de fijar nuevos objetivos.

2.4.5. Las 4M del TPM

Estas se refieren a los puntos centrales a abarcar para alcanzar los objetivos de cero fallas, cero pérdidas, cero defectos y cero accidentes en TPM.

Estas “4M” son:

1. Método
2. Material
3. Máquina
4. Mano de obra

Esta información es expuesta de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024)

2.5. EMPLEAR HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

Para esto se tendrá que dotar al equipo de mantenimiento de un computador portátil, aprovechando muebles ya disponibles en bodega, teniendo un valor \$389.990 tomado de (Lenovo, s.f.), esto para:

1. Digitalizar y centralizar registros de intervenciones
2. Optimizar el uso de recursos y minimizar tiempos muertos
3. Disminuir el uso de papel en la empresa

2.6. SISTEMA DE REGISTRO DE REPUESTOS

Se simplificará el proceso de solicitud de repuestos gracias a un formulario digital (por ejemplo Tabla 2-1) con un formato que sea fácil de interpretar, como una hoja de cálculo de Excel, la que cuenta con un valor estimado de unos USD\$12.50 (microsoft, s.f.) la que será compartida

por el equipo de mantenimiento con la opción de “permitir la edición” al gerente de planta, además, debe ser compartida con la opción de ser visualizada por la encargada de gestionar las compras.

Se debe destacar mediante un color específico (por ejemplo, verde) aquellos repuestos autorizados para su compra, y los cuales serán eliminados de la lista al ser recepcionados en bodega o que permanezcan si es que no se compraron, para hacer un seguimiento de estos.

Para esto utilizaremos una categorización de materiales, siendo estos:

1. Material consumible “A”: Son de bajo costo y alta rotación, utilizados en las labores de mantenimiento. Un ejemplo de esto serían las herramientas utilizadas e insumos como cableado eléctrico.
2. Material de no almacenamiento “B”: adquiridos para una intervención planificada, para estos no se maneja stock y tampoco se dispone de una ubicación específica en bodega.
3. Piezas de recambio “C”: Repuestos disponibles y almacenados en bodega para ser retirados y utilizados ante una falla o avería. Se tiene control en la entrada y salida de materiales para tener su stock actualizado mediante un inventario.

Esto asegura que todas las solicitudes sean claras, rastreables y no se pierdan. Simplificando la comunicación y el seguimiento, reduciendo el riesgo de que las solicitudes sean olvidadas, además de facilitar la aprobación y adquisición de los repuestos.

Tabla 2-1: Seguimiento de compra de repuestos

Categoría	Criticidad	Elemento	Descripción	Cantidad	Equipo	Línea

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información expuesta en los criterios de compras.

2.6.2. Clasificación de los repuestos de recambio

Estos son clasificados según su criticidad, siendo esta la urgencia de contar con estos en caso de una avería.

2.6.2.1. Criticidad “Muy alta”

Puede detener toda una línea y traer consecuencias considerables, tanto en producción como en otros componentes de la máquina.

2.6.2.2. Criticidad “Alta”

El fallo de estos componentes causa efectos negativos en el proceso de producción de la línea, son pocos los proveedores que venden estos repuestos.

2.6.2.3. Criticidad “Media”

No afecta de manera importante en el proceso productivo, pero no todos los proveedores cuentan con estos repuestos y algunos son certificados por el fabricante.

2.6.2.4. Criticidad “Baja”

Su fallo no afecta de manera considerable en el proceso productivo, existen varios proveedores que distribuyen estos repuestos.

2.3.1. Inventario

Continuando con la categorización de criticidad (Muy alta, Alta, Media y Baja) planteada para la compra de repuestos, se deberán llevar a cabo acciones que permitan llevar un control de los repuestos alojados en bodega.

2.3.1.1. Control de inventario

Esto se hará continuando con la herramienta Excel (Tabla 2-2), ya que no es un software costoso, además de ser una plataforma altamente utilizada dentro de la misma empresa por otras de las áreas, para este control se deberán considerar la entrada y salida de cada repuesto, para así acortar el tiempo empleado en la búsqueda al conocer de antemano si el elemento deseado se encuentra o no.

Tabla 2-2: Ficha para Inventario de repuestos de categoría “C” por equipo

	Equipo	Criticidad	Repuesto	Descripción	Entrada	Salida	Total
Línea 1	Despaletizadora semiautomática (OMA)						

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con criterios de control considerados.

2.4. IMPLEMENTACIÓN DE INSPECCIÓN BASADA EN LAS 5S

Esta metodología se basa en la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina dentro del lugar de trabajo.

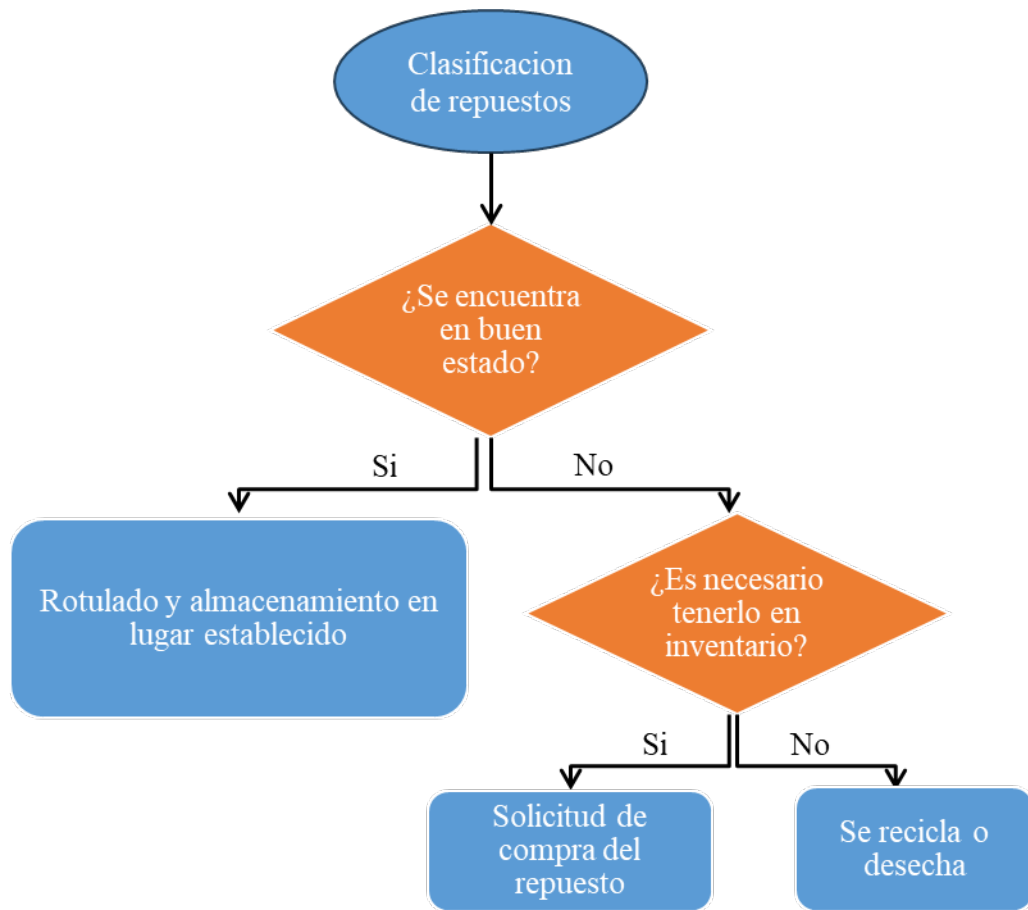
Antes de partir, debemos hacernos las siguientes preguntas:

1. ¿Se está aprovechando el espacio en el taller?
2. ¿Se cuenta con todo lo necesario para realizar las labores cotidianas?
3. ¿Se encuentran fácilmente los objetos que buscas?

De no ser así, es prueba innegable de la necesidad de contar con estas.

2.4.1. Seiri (Clasificación)

Revisar todos los repuestos y clasificarlos en base a su criticidad, retirando los repuestos que se encuentran dañados y no tienen posibilidades de un uso futuro, para reducir el desorden en la bodega y disponer de un mayor espacio, para una mejor organización de los repuestos esenciales.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con un criterio de evaluación de elementos.

Figura 2-3: Parámetros en la clasificación

2.4.2. Seiton (Orden)

Organizar los repuestos de manera lógica, utilizando las estanterías disponibles y divisiones para clasificar los repuestos por tipo, frecuencia de uso y criticidad, almacenando estos en un lugar identificado, estando claramente etiquetados y organizados para un fácil acceso.

2.4.3. Seiso (Limpieza)

Establecer rutinas de limpieza regular en la bodega, incluyendo la eliminación de suciedad y desechos, manteniendo el área de almacenamiento en condiciones óptimas, y asegurarse de que los repuestos se mantengan en buen estado gracias a un ambiente de trabajo limpio y seguro, evitando daños a los repuestos.

2.4.4. Seiketsu (Estandarización)

Crear procedimientos estandarizados para la organización y gestión de la bodega, que funcionen como directrices para mantener la clasificación, orden y limpieza del lugar de trabajo.

2.4.5. Shitsuke (Disciplina)

Fomentar la disciplina para mantener las “5S” de manera continua mediante auditorías regulares que permitan verificar el cumplimiento de las prácticas establecidas y realizar ajustes de ser necesario.

2.5. DIGITALIZACIÓN DE CATÁLOGOS

Escanear cada uno de los catálogos almacenados en bodega para elaborar documentos en formato “PDF” y permitir su conservación en óptimas condiciones a posteridad, además, deben ser compartidos con el equipo de operadores para que puedan profundizar en el funcionamiento de las máquinas a su cargo.

2.6. REGISTRO DE INTERVENCIONES

Se deberá llevar un historial de cada una de las acciones correctivas realizadas, esto con la finalidad de distinguir áreas de mejora, patrones de fallas y prevenir problemas recurrentes, para esto se deben señalar observaciones de sintomatología, además de obtener datos empleados para llevar a cabo un análisis de “RAM”.

2.6.1. Registro de intervenciones no planificadas

Implementación de un nuevo sistema de reporte de intervenciones correctivas (ejemplo Tabla 2-3), el cual sea fácil de comprender y permita realizar un análisis posterior detallado.

Tabla 2-3: Nuevo formato de registro de intervención correctiva por equipo

Reporte de avería		
Este informe debe ser llenado posteriormente hecha la reparación, pero exactamente en el mismo turno del suceso		
1. Síntoma de la falla		
¿Qué ocurrió antes o durante la avería? ¿Qué problema fue notificado?		
¿Cuándo ocurrió? (en qué momento sucedió, si fue durante la producción, mantenimiento, etc. con fecha y hora)	fecha de detención:	
	Inicio de avería:	
	Fin de avería:	
¿Quién fue el primero que avisó de la anomalía?		

2. Explicación de actividades de reparación				
Por favor, guardar componentes reemplazados para hacer un análisis posterior				
Participantes en la reparación de Avería:				
Nombre(s)				
Nombre(s)				
¿Cuál fue la ubicación donde la falla ocurrió?				
Línea		Máquina		Nro. de identificación
Por favor describir todas las actividades hechas para restaurar la operación de la línea.				
¿Se hizo algún tipo de ajuste mecánico o de proceso, se encontraron anomalías?				
Si		No		¿Qué se hizo? Recolectar todas las evidencias (incluso fotos de ser necesario)
¿Qué componentes fallaron y fueron reemplazados?				
Componente:		Material:		
Componente:		Material:		
Componente:		Material:		
¿Quién relleno esta ficha?				
Nombre				

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

2.6.2. Registro del tiempo empleado para la reparación

Se deberá llevar un registro (Tabla 2-4) del tiempo empleado para realizar reparaciones programadas y no planificadas, para obtener mediante esto, datos que puedan emplearse para un análisis de confiabilidad.

Tabla 2-4: Ficha de registro de tiempo transcurrido entre intervención y tiempo empleado en ella

Sistema de Gestión de los equipos					
Registro de mantención y/o reparación de maquinaria					
Equipo				Línea	
Fecha	Hora inicio	Hora termino	Horas de reparación	acciones realizadas	Nro. de registro

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información necesaria para aplicar un análisis RAM.

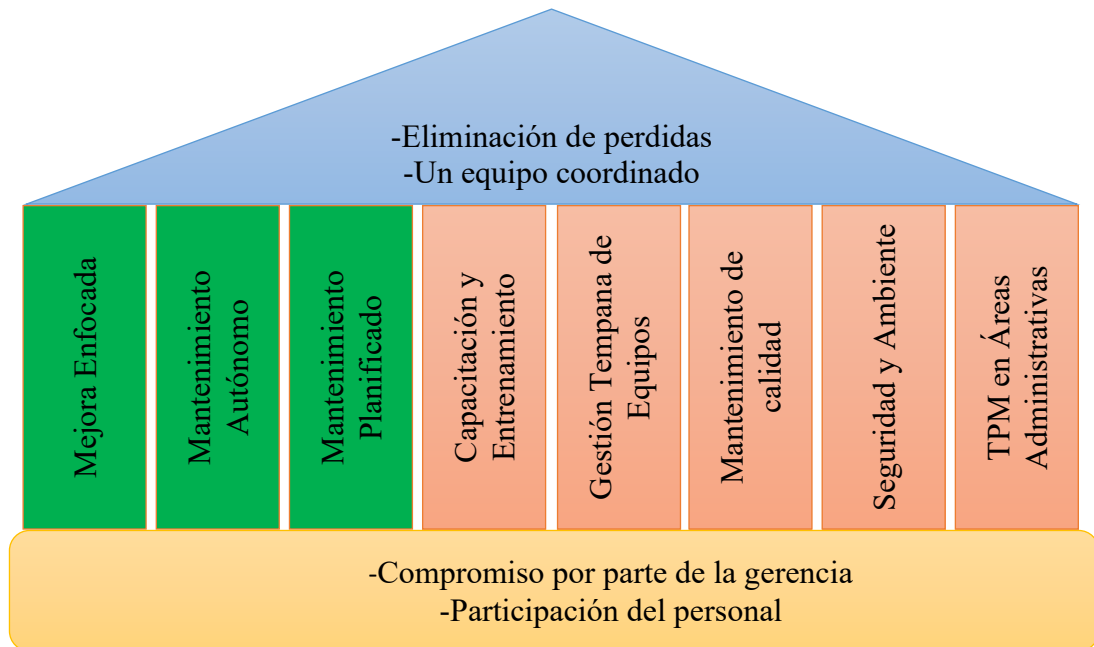
CAPÍTULO 3: PUESTA EN MARCHA

3. PUESTA EN MARCHA

Si un equipo falla, es evidente que habrá costos asociados a este suceso, además de un riesgo en la seguridad y el medio ambiente, incluso si es detectada y se evita el que sea catastrófica, seguirán existiendo costos asociados al evento. Claramente es mucho mejor detectar este suceso antes de que simplemente se produzca, pero el mejor de los escenarios es donde evitamos la situación que llevo a la falla, es debido a esto que se necesita entender la necesidad de implementar prácticas de inspección, lubricación, limpieza y ajustes, las cuales deben ser habituales dentro del mantenimiento, ya que estas prácticas pueden ayudar a mejorar la confiabilidad de los equipos.

3.3. PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM

El mantenimiento productivo total cuenta con 8 pilares fundamentales (Figura 3-1), los cuales son una guía para la implementación de mantenimiento productivo total, dotando de herramientas y rutas claras para alcanzar los objetivos fijados por la alta dirección.



Fuente: Elaborado de acuerdo con (Alvarez, 2020).

Figura 3-1: Pilares fundamentales del TPM

Aplicando para este trabajo aquellos pilares que se centran en la confiabilidad y que se complementan entre sí.

3.4. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Este pilar se enfoca en capacitar a los operarios para que se involucren en el cuidado básico de los equipos y sean capaces de detectar irregularidades.

La idea principal es que los operarios realicen inspecciones frecuentes, además de tareas de mantenimiento, con el objetivo de prevenir fallas y mantener los equipos en un buen estado.

3.4.1. Conocimientos necesarios

Se deberá realizar una capacitación interna por parte del equipo de mantenimiento hacia los operadores (Tabla 3-1), esta debe contemplar contenidos expuestos en este trabajo, además de señalar medidas de seguridad para la prevención de accidentes al momento de realizar dichas tareas.

3.4.2. Plan de acción

El equipo de mantenimiento evaluará periódicamente la competencia de los operadores con un sistema de calificación de los conocimientos obtenidos (Tabla 3-1), indicando el nivel (según Tabla 3-2) actual y el nivel deseado (Tabla 3-3), esto para identificar con mayor claridad los puntos que se deben fortalecer en las tareas de mantenimiento autónomo para establecer áreas de mejora y ajustar los programas de capacitación.

Para esto se debe señalar la importancia de la participación y la comunicación para que exista una retroalimentación bidireccional.

Tabla 3-1: Plan de acción para la entrega de contenido

Actividades por realizar			Nombre (%)	
10% Entrenamiento Formal	20% trabajo en conjunto	70% Basado en Experiencia		
Entrenamiento de reconocimiento de repuestos	Realizar la clasificación de 5 materiales junto a mecánicos	Identificar un material y utilizar un sistema de decisión		
Participar en capacitación sobre gasto de mantención	Participar en revisión de presupuesto para un recurso.	Conocer el costo de mantenimiento de su equipo (planificado v/s el real)		
Recibir capacitación en optimización de repuestos	Participar en al menos un levantamiento de un recurso en su equipo	Conocer, gestionar y estandarizar repuestos		
Capacitación de pasos de lubricación	Levantar estándar de lubricación junto a mecánicos.	Ejecución de lubricación según estándar, utilizando embudo de transferencia y un patrón de aplicación previamente establecido.		

Conocer el propósito de utilizar una Orden de Trabajo	Realizar con ayuda la creación de registro, asociar el tipo de Orden y clasificar Aviso	Aplicar claramente la correcta clasificación del tipo de OT (ejem. 101, 202, etc.) Asociar tipo de aviso, priorizar OT, asociar costos, notificar y manejar fechas de inicio y fin.		

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Estas actividades serán tomadas en consideración para la evaluación del operador (Tabla 3-3), contando con una calificación que sea de 1 a 4, en la cual:

Tabla 3-2: Clasificación de nivel empleado en la evaluación de cada operador

Nivel	Interpretación
1	Maneja menos de un 10% de los conocimientos impartidos en la capacitación.
2	Domina conceptos básicos y participa en actividades conjuntas.
3	Participa activamente en actividades conjuntas, poniendo en práctica todos los conocimientos impartidos.
4	Es capaz de poner en práctica los conocimientos impartidos, sin la necesidad de contar con la supervisión frecuente del personal de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Tabla 3-3: Evaluación de competencias del operador obtenidos en capacitación

Nombre	Nivel Actual (ejem.)	Nivel Deseado (ejem.)	Competencia
	1	4	Criticidad repuestos.
	1	4	Gasto de mantención
	3	4	Gestión de Repuestos
	3	4	Gestión de Lubricación en la línea
	2	4	Gestión de Orden de trabajo
	2	4	Nivel alcanzado

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

3.4.3. Desarrollo de Tareas proactivas

Estas tareas tienen por función el tomar medidas con anticipación, para reducir la probabilidad de que se produzca una falla, esto no significa reemplazar elementos como rodamientos o sellos como es el caso del mantenimiento predictivo, sino encontrar las causas que originan el problema y darle una solución, para esto debemos preguntarnos ¿Por qué se produce la falla?

Estas acciones pueden prolongar la vida útil del equipo, lastimosamente estas actividades a menudo son postpuestas debido a tareas correctivas o preventivas (las cuales en algunas ocasiones pueden ser innecesarias).

3.4.3.1. Principal equipo para considerar

La embotelladora será el punto de partida del proyecto, debido a su nivel de impacto (Tabla 1-15), para así evaluar la efectividad de las directrices planteadas y realizar modificaciones en estas de ser necesario.

3.4.4. Puntos claves según su catálogo

Para esto se deben contemplar todas aquellas actividades que tienen por finalidad el prolongar la vida útil del equipo y que permitan que este se mantenga en funcionamiento sin problemas, entre estas actividades se encuentran la limpieza regular del equipo para así reducir la contaminación y seguir intervalos de lubricación según el catálogo de la máquina.

3.4.4.1. Lubricación

Se debe realizar una revisión de los puntos críticos de lubricación, para que todas las partes móviles se desplacen adecuadamente.

Dentro del catálogo del fabricante, se recomienda un listado de marcas y productos óptimos para realizar la lubricación de los equipos. Sin embargo, estos productos no son

encontrados en el mercado nacional, por lo cual nos veremos en la obligación de hacer un reemplazo por productos de características similares.

Tabla 3-4: Puntos críticos a lubricar según catálogo

Lubricación de la tapadora	
1). Lubricación de la excéntrica de mando del pistón planta-tapones.	Lubricar con grasa
2). Lubricación de las columnas de guía.	Lubricar con grasa
7). Lubricación de la excéntrica de mando del cierre de los dispositivos de compresión de los tapones.	Lubricar con grasa
8). Lubricación de la excéntrica de mando de la cargadora de los tapones.	Lubricar con grasa.
9). Lubricación del grupo de la caja de los dispositivos de compresión de los tapones.	Lubricar con aceite
11). Lubricación del cilindro de la tapadora.	Lubricar con grasa
12). Lubricación de la excéntrica de rotación de la estrella de la tapadora.	Lubricar con grasa
13). Lubricación de la excéntrica para levantar el cilindro de la tapadora.	Lubricar con grasa
14). Lubricación del par cónico de rotación de la estrella de la tapadora.	Lubricar con grasa

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información obtenida en catalogo Fimer.

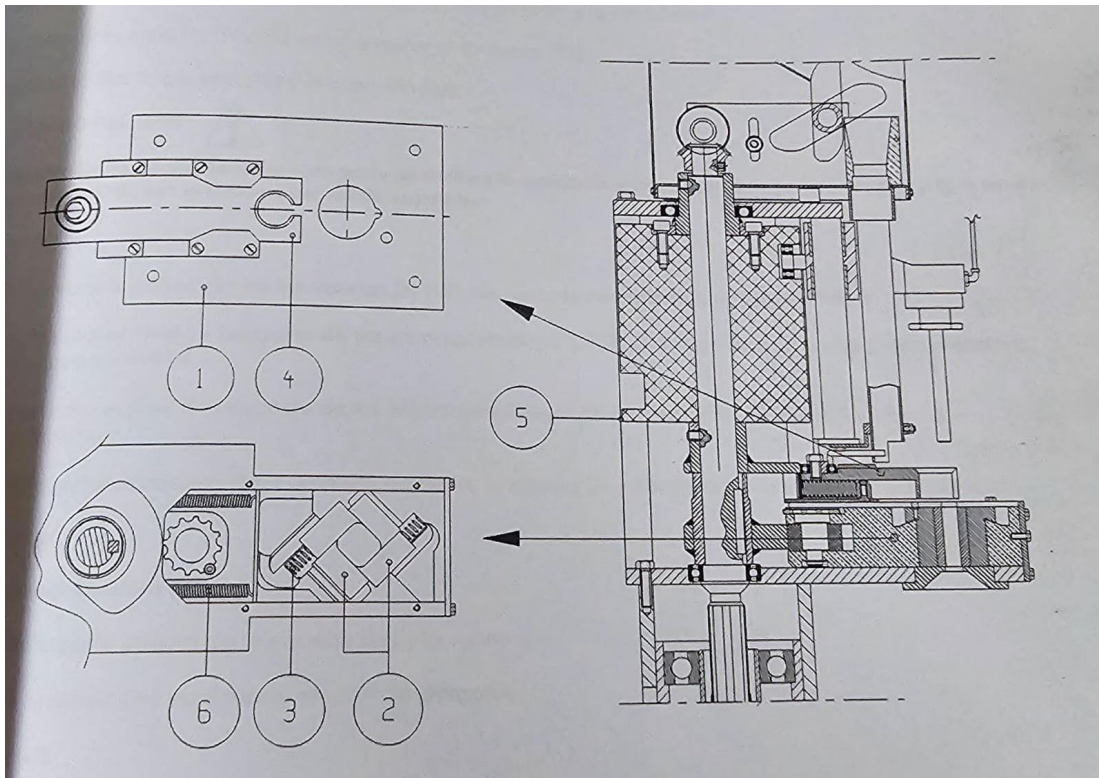
3.4.4.2. Tareas Mensuales (Cada 500 horas)

Dentro de estas, se debe considerar la inspección en motores, realizando las siguientes observaciones:

1. Se debe llevar a cabo un control (visual-auditiva) de los ruidos, juegos y saltos.
2. Para controlar la presencia eventual de ruidos anormales, juegos y vibraciones en los componentes de la motorización (motores, reductores, engranajes, cojinetes) se debe poner en funcionamiento (iniciar y detener su accionamiento en más de una ocasión) la maquina sin botellas.
3. En caso de ser necesario (si se presenta un ruido, juego o salto), se deben sustituir los componentes desgastados (al mismo tiempo, es oportuno organizar la limpieza y lubricación de los componentes).

3.4.4.3. Tareas Semestrales (Cada 3,000 horas)

1. Desmontar la tapadera de la caja de los dispositivos de compresión de los tapones (1) y averiguar el nivel de desgaste de los dispositivos de compresión de los tapones (2) y de los resortes (3) y eventualmente sustituirlos (antes de montar la tapadera (1), hay que controlar que la cargadora (4) deslice sin obstáculos (Figura 3-2).
2. Desmontar el cartel de protección (5). Verificar el nivel de desgaste de los resortes (6) y si es necesario sustituirlos (Figura 3-2).



Fuente: Fotografía tomada del catálogo de la embotelladora marca Fimer el 05/07/24.

Figura 3-2: Dispositivos de compresión de los tapones

3. Verificar eventuales juegos tanto en el sistema de agarre como en el vuelco. En caso de ser necesario sustituir las partes desgastada (Se aconseja guardar una pinza, unos resortes y almohadillas de agarre de repuestos).

3.5. MEJORA ENFOCADA

Tiene por finalidad el descubrir cuales son las principales causas de averías en los equipos (para esto es crucial desarrollar un registro que permita un análisis profundo del problema, empleando datos cuantitativos).

Esto permitirá mantener un mayor control del estado de los equipos y distribuir los recursos de mejor manera.

3.5.1. Reuniones de Retroalimentación

Se llevarán a cabo reuniones entre operadores y el equipo de mantenimiento para discutir los hallazgos de las inspecciones y evaluar la efectividad de las acciones empleadas dentro del mantenimiento autónomo.

Este diálogo continuo permitirá ajustes proactivos en los procedimientos y mantendrá el compromiso con la mejora continua.

3.5.1.1. Análisis de los 5 ¿Por qué?

Esta es una técnica sencilla pero eficaz, utilizada para explorar la causa raíz de un problema mediante la formulación repetida de la pregunta "¿Por qué?" (Tabla 3-5), esta herramienta permite profundizar en el problema mediante la descomposición de los factores involucrados en el proceso, en lugar de solo quedarse con los síntomas superficiales.

Esta puede aplicarse directamente a los hallazgos del Mantenimiento Autónomo, donde los operadores reportan problemas recurrentes o dificultades durante las tareas de mantenimiento rutinario, ya que esta retroalimentación continua entre los operadores y el equipo de mantenimiento permite ajustar los procedimientos y mejorar las rutinas.

Tabla 3-5: Planilla de análisis de 5 ¿por qué?

Análisis											
Suceso	1er : ¿Por qué?	Validado: Sí/No	2do: ¿Por qué?	Validado : Sí/No	3er: ¿Por qué?	Validado : Sí/No	4to: ¿Por qué?	Validado : Sí/No	5to: ¿Por qué?	Validado : Sí/No	Causa Raíz N°
Los tapones no entran en el agujero de los dispositivos de compresión.	Porque no se tiene una alineación optima entre agujero de la cargadora respecto al agujero de compresión	No	Porque los resortes del carril móvil se encuentran rotos	No	Porque los tapones se encuentran con demasiada parafina	Si					1

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

3.5.1.2. Estandarización de procedimientos

Se debe hacer una recopilación de información operativa y de mantenimiento, considerando el estado de los componentes afectados durante la avería (Tabla 3-6), además de los resultados obtenidos durante la realización del análisis de causa (Tabla 3-5), señalando en la Tabla 3-7 la causa real del problema (esto con la finalidad de facilitar la recopilación de información).

Esto se hará mediante el desarrollo de preguntas que permitan retratar un análisis detallado, pero considerando solo los puntos claves (abreviando los resultados de la Tabla 3-5).

Tabla 3-6: Planilla de identificación del estado del componente

Modo de falla e identificación de causa					
Grupo de eliminación:					
Nombre:		Nombre:			
Nombre:		Nombre:			
Función del componente y patrón de falla					
¿Cuál es la función del componente?			¿Qué se podría detectar en el componente?		
¿Cómo desempeña la función el componente?			¿Qué se ve en el componente?		
Preguntas de guía:					
1 - ¿Es el patrón de falla visible en el componente?		Sí		No	Si es sí, ir a pregunta #3
2 - ¿Existe un especialista interno que identifique el patrón de falla?		Sí		No	
3 - ¿Fue el especialista externo contactado para definir el patrón de falla?		Sí		No	

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Tabla 3-7: Formato para la recopilación de datos

Análisis de avería				
Contramiedas (plan de acción para eliminar recurrencias y causas raíz) Escribir el número correspondiente a la causa raíz identificada en el 5 Por qué				
Causa raíz #	¿Qué?		¿Cuándo?	¿Quién?
	Descripción de acciones / Contramiedas		Fecha	Responsable
1	Se verifico que los tapones quedaban pegados en la cargadora a causa de exceso de parafina, por lo que se sustituyeron todos los tapones y se dio avisó a jefatura.			
#	¿Qué?		¿Cuándo?	¿Quién?
	Otros hallazgos	Acciones para corregir los hallazgos	Fecha	Responsable
1				

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Tabla 3-8: Autoevaluación del proceso de análisis

Reporte de reparación de avería		S/N	Comentarios
1	¿Es claro qué componente(s) ha(n) fallado?	Si	Debe realizarse un chequeo del estado de los tapones, antes del ingreso en el equipo, para evitar desperdicio de materia prima.
2	¿Está claro qué fue hecho para reparar la máquina?, ¿Fueron registradas todas las actividades?	Si	Se crea reporte de suceso y se deja acta para futuros sucesos.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Este análisis (Tabla 3-8) ayudara a identificar las habilidades obtenidas y puntos a mejorar (Tabla 3-3) para la identificación de problemas, para que se permita una comparativa que señale si se ha obtenido una mejora continua.

Tabla 3-9: Narración del suceso utilizando la metodología de 5W+1H

Descripción del fenómeno con patrón de falla
(¿Qué? + ¿Cuándo? + ¿Dónde? + ¿Por qué? + ¿Quién?) + (¿Cómo?):

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con (Garcia Londoño, Sampedro Perez, & Marin Muñoz, 2016).

Esta narración (Tabla 3-9) es hecha con la idea de ser compartida con la alta gerencia, en la cual se retraten los sucesos y hallazgos obtenidos durante la realización del análisis de los “5 ¿Por qué?”, pero de una manera abreviada, (de ser necesario, esta información debe ir en conjunto a una orden de trabajo (Tabla 3-13)).

3.6. MANTENIMIENTO PLANIFICADO

El Mantenimiento Planificado permite programar intervenciones de mantenimiento en momentos estratégicos, evitando tiempos de inactividad no planificados y prolongar la vida útil de los equipos.

Esto se puede hacer gracias a la digitalización de los registros de mantenimiento y la centralización de la información, ya que el equipo de mantenimiento puede monitorear el estado de los equipos, considerar la compra de repuestos y así anticipar problemas.

3.6.1. ¿Qué es una orden de trabajo?

Es un documento formal que se utiliza para planificar, asignar, y llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo, correctivo o predictivo en una instalación, equipo o sistema.

Este documento contiene detalles específicos sobre las tareas a realizar, los recursos necesarios, el personal responsable, y el tiempo estimado para su ejecución.

Su propósito principal es garantizar que las actividades de mantenimiento se realicen de manera organizada, eficiente, y dentro de los plazos establecidos, minimizando las interrupciones en las operaciones y maximizando la vida útil de los equipos.

3.6.1.1. Diseño de órdenes

Para la creación de avisos se utilizará un sistema de clasificación (Tabla 3-10, Tabla 3-11, Tabla 3-12) esto para ayudar a la coordinación entre las distintas áreas involucradas, permitiendo una comunicación fluida, al comprender las acciones a realizar y la categoría a la cual pertenece, con todo lo que esta conlleva (este es un documento aparte al reporte de avería usado en el mantenimiento correctivo).

Tabla 3-10: Orden de falla técnica

Clasificación	
101	Avería con paro de línea (Cualquier avería que detenga la producción).
102	Averías sin causar paros de líneas (Cualquier avería que no afecte directamente la producción).
103	Fallo técnico fuera del tiempo de ejecución (Cualquier falla que se presente fuera de la producción programada).

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Tabla 3-11: Orden de trabajo basado en la inspección

Clasificación	
201	Plan de mantenimiento proactivo/programado, algunas tareas son: limpieza, inspección, lubricación).
202	Mejora en productividad (Cualquier modificación que se realice en el equipo con el fin de aumentar su producción).
203	Mejora en seguridad (Ejemplo: Instalación de protecciones).
204	Reparación piezas de recambio (Reparación de piezas de recambio, donde pueden ser guardadas para que se puedan usar nuevamente como repuestos, ejemplo: Reparación de poleas, reparación ejes, engranajes, entre otras).

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Tabla 3-12: Orden de trabajo preventivo/predictivo

Clasificación	
301	Calibración (Ejemplo: manómetros, sensores de temperatura, transmisores de nivel, entre otros)
302	Monitoreo de funcionamiento (Medición de parámetros de funcionamiento, correcto ajuste de sistema sin-fin y estrella, entre otras.)
303	Lubricación (Ejemplo: Lubricaciones preventivas a rodamiento eleva cabezal, columnas de cabezales, eje soporte de cepillo, entre otras.)

304	Intervención planificada/reacondicionamiento (Mantenimiento preventivo donde se realiza la sustitución de componentes de una máquina o línea.)
305	Inspección de funcionamiento (Verificación del correcto funcionamiento de equipos. Verificando calidad en producto y ausencia de ruidos anormales, olores, temperatura, entre otras.)

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

Tabla 3-13: Formato de Orden de trabajo

Orden de trabajo					
Clasificación		Viña Casa Silva S.A.			
Nro. de orden					
¿Quién solicita?			¿Quién autoriza?		
Departamento	Nombre	Firma	Departamento	Nombre	Firma
Datos de la intervención					
Nombre del equipo		Síntomas del equipo			
Matricula					
Puesta en marcha					
¿Cuándo se realizará la intervención?		Fecha de solicitud		Hora	
		Fecha de inicio		Hora	
		Fecha de termino		Hora	
Descripción general de la actividad					
Zona afectada de la maquina			Tipo de falla		
			Ejem: Falla función total/ Falla función parcial		
Repuestos e insumos necesarios					
Repuestos en bodega			Repuestos faltantes que deben ser comprados		

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información aplicada en Nestlé entregada por León, I. (2024).

3.7. BENEFICIOS ESPERADOS

Estos son la suma de todos los posibles resultados favorables para la organización, considerando más que solo una remuneración económica, sino que, además se deben tener en cuenta todos aquellos factores que consideran una mejora a nivel cultural dentro de la empresa.

3.7.1. Organización

Mejora en la gestión del inventario de repuestos al permitir un seguimiento de estos, mediante la creación de registros y solicitudes de compra que señalen la necesidad de contar con elementos específicos para intervenciones concretas.

3.7.2. Eficiencia

Reducción de tiempos de inactividad y costos de mantenimiento correctivo, debido a la planificación de las intervenciones, las cuales serán realizadas en momentos estratégicos.

3.7.3. Cultura organizacional

Incremento de la participación de los operadores gracias a la implementación del pilar de mantenimiento autónomo, además, de facilitar la comunicación entre departamentos gracias a información detallada que explique las situaciones vividas en periodos de producción.

3.8. DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN

En el marco del Mantenimiento Productivo Total (TPM), la responsabilidad de su implementación y gestión recae principalmente en un equipo establecido para llevar a cabo el liderazgo de la organización, este incluye a la alta presidencia, a los gerentes de producción y al personal de mantenimiento.

Sin embargo, el verdadero éxito de la metodología TPM depende de un compromiso colectivo, donde cada miembro de la organización participe activamente y asuma su parte en este esfuerzo colectivo.

Algunas de sus principales causas de fracaso según (Alzate López & Aristizábal Pérez, 2020) son:

1. La Resistencia al cambio.
2. Falta de compromiso por la alta dirección.
3. Falta de recursos para la capacitación.
4. Falta de integración interdepartamental.
5. Falta de Tiempo y recursos limitados.

3.9. ESTRUCTURA DE COSTOS

Esto engloba la suma de todos los costos ligados a la puesta en marcha del proyecto, considerando desde la compra de insumos para el mantenimiento del equipo de embotellado, además del programa empleado para el registro de informes (Excel).

3.9.1. Estimación del Costo anual

Esto es una aproximación, se debe tener en consideración aquellos gastos que deben realizarse mensualmente para la compra de insumos de lubricación para el equipo y el costo de la licencia de Excel (Tabla 3-14), además de la inversión usada para la adquisición de un computador portátil (Tabla 3-15, este es considerado solo en el primer año).

Tabla 3-14: Gastos permanentes

Elemento	Costo Unitario	Periodo entre compra	Cantidad necesaria	Costo por compra (CLP)	Costo total al año
Licencia Microsoft 365 estándar (empresa)	\$11.905	1 mes	1	\$11.905	\$142.860
Grasa de grado alimenticio (400g)	\$30.500	1 mes	10	\$305.000	\$3.660.000
Envase 20 Aceite (LT/Kg)	\$ 558.970 + IVA	4 meses	1	\$665.174	\$1.995.523
Aerosol Aceite Lubricante Weicon 500ml	\$24.370	1 mes	10	\$243.700	\$2.924.400
				Total	\$8.722.783

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con los elementos básicos necesarios para la realización del proyecto.

Tabla 3-15: Bienes necesarios para la implementación de la metodología

Elemento	Costo asociado	vida útil	Depreciación acelerada	Valor libro
Computadora	\$389.990	6	2	\$194.995

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con datos de (Servicio de impuestos internos, s.f.).

3.9.2. Costo de producción

Estos costos están asociados a la producción de cajas de nueve botellas (Tabla 3-16), considerando el valor de mano de obra empleada, la materia prima y otros insumos utilizados cada mes, dependiendo del formato comercial que se produjo en dichas fechas.

Tabla 3-16: Costo asociado a la Producción de cajas de 9 botellas dependiendo de su formato de vino

Categoría	Costo abril 2024 [\$/CJ9]
ALTURA	47.610
COLECCION	15.813
COOL COAST	24.514
ENTRADA PLUS	14.242
GRAN RESERVA CS	19.901
GRAN RESERVA DD	19.250
MICROTERROIR	47.457
ORGANICO CS	18.550
QUINTA GENERACION	27.438
RANCO	76.222
RESERVA CS	17.767
RESERVA DD	16.036
S 38	27.195
S 7	23.160
Costo promedio	28.225

Fuente: Información de documento “24-04 CP” de Viña Casa Silva S.A. proporcionada por Cornejo, R. (2024).

3.9.3. Valor estimado en el comercio

El precio promedio de cada botella es aproximadamente \$8.110, este cálculo se hizo según información de venta entregada por parte del personal.

$$\text{Valor por caja de 9 botellas: } \$8.110 \times 9 = \$72.990$$

Considerando un costo aproximado de elaboración de \$28.225, tendría una ganancia neta de \$ 44.765 por cada caja producida.

3.9.4. Ingresos Operacionales

Representa la ganancia obtenida por la venta de todas las cajas producidas en el año (ver Tabla 1-1).

$$\text{Ingresos Operacionales} = \text{Cantidad de Cajas} \times \text{Margen de Ganancia por Caja}$$

3.9.5. Costos Operacionales (COP)

Este valor agrupa los costos recurrentes en la propuesta, esto incluye la licencia de software Microsoft y los insumos de lubricación usados en el mantenimiento.

$$\text{COP} = \text{Costo de Licencias y Herramientas} + \text{Insumos de Mantenimiento}$$

3.9.6. Depreciación Acelerada

Refleja la pérdida de valor anual del activo adquirido por una empresa, esta depende de la vida útil establecida por el sistema de impuestos internos.

$$\text{Depreciacion Acelerada Anual} = \frac{\text{Costo del Activo}}{\text{Vida Util en Depreciacion Acelerada}}$$

3.9.7. Ahorro Fiscal por Depreciación

El ahorro fiscal representa la reducción en impuestos gracias a la deducción de la depreciación anual del activo adquirido.

$$\text{Ahorro Fiscal} = \text{Depreciacion Acelerada Anual} \times \text{Tasa de Impuesto a la Renta (27\%)}$$

3.9.8. Flujo Neto de Caja (FNC)

Este indica la rentabilidad del proyecto anualmente (Tabla 3-17), es el valor final que queda después de que a los ingresos operacionales se le restan los costos operacionales y depreciación, sumándole los ahorros fiscales.

$$\text{FNC} = (\text{Ingresos Operacionales} - \text{COP} - \text{Depreciacion}) + \text{Ahorro Fiscal}$$

Tabla 3-17: Flujo de caja proyectada con información de 2023

Año	Ingresos Operacionales (CLP)	Costos Operacionales (CLP)	Depreciación (CLP)	Ahorro Fiscal (27%)	Inversión Inicial (CLP)	Flujo Neto de Caja (FNC) (CLP)
0	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$389.990	-\$389.990
1	\$6.765.101.416	-\$8.722.783	-\$194.995	\$52.649	\$0	\$6.756.626.277
2	\$6.765.101.416	-\$8.722.783	-\$194.995	\$52.649	\$0	\$6.756.626.277
3	\$6.765.101.416	-\$8.722.783	\$0	\$0	\$0	\$6.756.378.633
4	\$6.765.101.416	-\$8.722.783	\$0	\$0	\$0	\$6.756.378.633

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con los gastos asociados al proyecto.

3.10. BENEFICIOS ECONOMICOS

Si consideramos que el proyecto podría llegar a reducir en aproximadamente un 30% el tiempo en que la línea se encuentra en detención por causa de intervenciones no planificadas.

Esto significaría:

$$1. \quad 30\%: \left(\frac{35,45 \times 30}{100} \right) = 10,63 (h) \approx 11 (h).$$

$$2. \quad \text{cajas producidas en 11 (h)}: \left(\frac{1.093 \times 11}{9} \right) = 1.335,88 \approx 1.336 \text{ cajas.}$$

$$3. \quad \text{Ganancia total: } 1.336 \times \$72.990 = \$97.514.640$$

$$4. \text{ Ganancia neta total: } 1.336 \times \$44.765 = \$59.806.040$$

Información obtenida según: Tabla 1-1, Tabla 1-6 y Tabla 1-7.

3.10.1. Retorno de inversión (ROI)

Este es un cálculo creado con la finalidad de saber cuánto fue lo que la empresa ganó a través de sus inversiones expresado en porcentaje.

Formula:

$$1. \text{ ROI} = \left(\frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversión}} \right) \times 100$$

$$2. \text{ ROI} = \left(\frac{\$59.806.040}{\$9.112.773} \right) \times 100 = 656,28\% \approx 656\%$$

Este ROI indica que, por cada peso invertido en el proyecto, la empresa genera \$6,56 en beneficio. Esto refleja un retorno positivo y una inversión rentable.

3.11. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS

Estos escenarios hipotéticos a futuro se crearán bajo una visión optimista y pesimista (Tabla 3-18), en la cual ocurran sucesos inesperados que podrían gatillar resultados que difieran con el objetivo planteado, esto causaría resultados que podrían ser tanto mejores de lo pensado, como a su vez, ocasionar que se vean altamente afectados, esto para considerar si este sigue pareciendo una buena opción de inversión.

Tabla 3-18: Posibles resultados del proyecto según escenarios pesimistas y optimistas

	Pesimista	Optimista
Indicadores	10%	40%
Tiempo extra en horas de proceso	4	14
Numero de cajas producidas	431	1722
Ganancia total	\$31.423.695	\$125.694.781
Ganancia neta total	\$19.272.253	\$77.089.011
ROI	211	846

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con cálculos usados en beneficios esperados.

Estos resultados indican que incluso en un escenario pesimista en donde el proyecto solo aumente en 4 horas la duración del proceso, se tendría un retorno de la inversión de \$2,11 por cada peso invertido en este, indicando que el proyecto es rentable para la empresa y los beneficios económicos que este podría traer consigo.

CONCLUSIÓN

El desarrollo de este trabajo ha logrado el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del proyecto, esto debido a que considera todos aquellos factores que podrían ocasionar un retraso al momento de realizar la reparación, siendo uno de los puntos principales, el contar con los repuestos necesarios para llevar a cabo una intervención, tener claridad del procedimiento a seguir y tener un espacio de trabajo propicio. Además, se ha empleado una metodología que tiene por finalidad el conseguir un incremento en la confiabilidad, esto a través de la aplicación de un sistema de análisis de causas, el que tiene por finalidad el permitir la implementación de estrategias concretas que se dediquen a brindar una solución y previniendo el que se repitan, sentando así las bases para una gestión más eficiente, organizada y sostenible, permitiendo un aumento de la disponibilidad y por ende de la producción.

Se debe destacar que el cumplimiento de los objetivos y el éxito de esta propuesta dependen en gran medida del compromiso de la alta dirección, no solo en términos de recursos económicos y tecnológicos, sino también en la creación de un entorno donde cada colaborador, se sienta parte fundamental del proceso (cada involucrado debe saber con qué finalidad cumple su rol), para esto, debe darse un ambiente que entregue una retroalimentación que permita una mejora.

Al momento de alcanzar la consolidación del proyecto, se espera conseguir un incremento anual de aproximadamente 12.023 unidades, (considerando solo en la línea 2), lo que significaría un beneficio económico de \$50.693.267, indicando que este proyecto es rentable para la Viña.

RECOMENDACIONES

1. Se deberán crear registros de mantenimiento para la línea 3, esto ya que aun sino es utilizada de manera continua cada mes como es el caso de las otras dos líneas, presenta la oportunidad de abarcar un nuevo mercado, al ser capaz de entregar productos personalizados para festividades, tales como bautizos, matrimonios, cumpleaños, etc.
2. Medir periódicamente MTBF, MTTR, Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad, para evaluar el nivel de impacto de la implementación del TPM.
3. Considerar la obtención de datos referentes a calidad, estos deben contar con la tasa numérica de conformidad, para así aplicar el indicador OEE (eficiencia global de los equipos productivos), en cada equipo de las líneas de producción.
4. Plantear la expansión del plan de TPM a la planta de elaboración y bodega.
5. Implementar nuevos pilares a medida que se consoliden los objetivos propuestos.

REFERENCIAS

- Alvarez, A. (30 de 11 de 2020). *LEAN CONSTRUCTION MEXICO*. Obtenido de <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/los-8-pilares-del-tpm>
- Alzate López, J. D., & Aristizábal Pérez, S. (2020). *Desafíos e implicaciones en la implantación de la metodología TPM*. Tesis. Recuperado el 09 de 04 de 2025, de <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3505a0a-de3e-4e00-ad22-ffe9c36db155/content>
- Blanco, E. (07 de 10 de 2023). *RD STATION*. Recuperado el 29 de 11 de 2024, de <https://www.rdstation.com/blog/es/roi/>
- Cañaverall, J. C. (s.f.). *CVOSOFT IT ACADEMY*. Recuperado el 26 de 11 de 2024, de <https://www.cvosoft.com/apuntes-sap/sap-pm/la-planificacion-de-ordenes-3493/apunte-sap-pm-la-planificacion-de-ordenes-120348.html>
- Casa Silva S.A. (s.f.). *Casa Silva*. Recuperado el 05 de 12 de 2024, de <https://www.casasilva.cl/producto/altura/>
- García Londoño, J. S., Sampedro Pérez, Y. D., & Marín Muñoz, S. D. (2016). *DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR PILARES DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN EMVARIAS*. Tesis. Obtenido de https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/133/1/Rep_IUPB_Ing_Me_c_Dise%c3%b1o.pdf
- González, G. P. (16 de 06 de 2017). *casa sauza*. Recuperado el 2024, de <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/proceso-industrial-sin-fallas-4-ms>
- HDI seguros. (s.f.). *HDI seguros*. Recuperado el 08 de 11 de 2024, de <https://www.hdi.cl/blog-pyme-modo-seguro/impuestos-a-empresas-en-chile-y-el-regimen-tributario/>
- Leon Janampa, R. J., & García Contreras, A. L. (2024). *Modelo de mejora para incrementar la capacidad de producción en una fábrica*. Tesis. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/676467/Garcia_CA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- memoria chilena. (2024). *memoria chilena biblioteca nacional de chile*. Recuperado el 18 de 03 de 2025, de <https://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-3511.html#presentacion>
- Sacristan, F. R. (2005). *LAS 5S: ORDEN Y LIMPIEZA EN EL PUESTO DE TRABAJO*.

- SAP. (s.f.). *Help Portal*. Recuperado el 26 de 11 de 2024, de https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_CLOUD/f86dc2eb1f8b48c880a7607213104b27/9d7cbd534f22b44ce10000000a174cb4.html?locale=es-ES
- Servicio de impuestos internos. (s.f.). *NUEVA TABLA DE VIDA ÚTIL DE LOS BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO*. Recuperado el 24 de 10 de 2024, de https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm
- Suzuki, T. (1994). *TPM en Industrias de proceso*.
- TRACTIAN. (s.f.). *TRACTIAN*. Recuperado el 02 de 12 de 2024, de <https://tractian.com/es/blog/analisis-ram-el-manual-completo-2021-2>
- Viña Casa Silva S.A. (s.f.). *Casa Silva*. Recuperado el 13 de 10 de 2024, de <https://www.casasilva.cl/nuestra-vina/#mision-vision>
- Yam Cervantes, M. A., Pali Casanova, R. d., & Zavala Loria, J. d. (2019). APLICABILIDAD DE LA CRITICIDAD EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS. *PROJECT DESIGN AND MANAGEMENT*, 39-40. Obtenido de <https://www.mlsjournals.com/Project-Design-Management/article/view/168/535>