

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

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD A EQUIPO CRÍTICO, VIÑEDOS FAMILIA CHADWICK**

Trabajo de titulación para optar al título de
Ingeniero en mantenimiento Industrial.

Alumno:

Francisco Javier Rebolledo Vargas

Profesor guía:

Mg. Ing. Carlos Andrés Baldi González



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 centrado en confiabilidad a equipo crítico, Viñedos familia Chadwick.**

Nombre del candidato(a): **Francisco Javier Rebolledo Vargas**

Carrera / Grado: **Ingeniería en Mantenimiento Industrial**

Campus: **Viña del Mar** Departamento: **Mecánica**

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Carlos Andrés 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 (marcar una opción)

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 (**marcar una opción**):

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

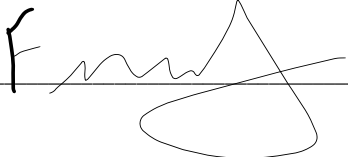
Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

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

Fecha: 30-03-2026 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 30-03-2026 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.

RESUMEN

A continuación, el siguiente trabajo de título está compuesto de tres capítulos, dentro de los cuales se emplean herramientas orientadas al mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), con el objetivo de reconocer las acciones óptimas que garantizan la continuidad operativa de los equipos, evitando detenciones imprevistas de la producción, en la empresa Viñedo Familia Chadwick.

En el primer capítulo, consta de identificar la empresa, parte de su historia e información relevante como su ubicación, su enfoque en la industria y los tipos de mantenimiento que se aplican en esta. Asimismo, tras la descripción de los equipos empleados durante la vendimia 2025, se empleó el historial de fallas junto con el tiempo de detención, que tuvieron en el periodo y así se llevó a cabo un gráfico Jack-Knife, para identificar el equipo más crítico según el número de fallas por tiempo de parada, (detención) respectivamente de las unidades que se presentan en la planta, el equipo más crítico identificado fue la “Prensa Bucher JLB-20”. Además, se da a conocer la descripción y función que cumple el equipo más crítico, en la empresa.

El siguiente capítulo debido a las fallas ocurrentes y registradas en el historial de fallas, se realiza un análisis de criticidad de los componentes del equipo, logrando identificar los que más inconvenientes presentaron según los tiempos de reparación, se lleva a cabo un análisis y una matriz de criticidad para clasificar el/los componentes críticos, según valor del IC. Mediante el apoyo de uso de las normas ISO 14224, SAE JA1011 y SAE JA012.

Seguido a esto se describe el sistema crítico y se implementa un FMECA, para reconocer sus fallas funcionales, modos de falla, efectos de falla, entre otros. Se empleo un diagrama de decisión RCM, para evaluar cada falla, determinando las actividades de mantenimiento óptimas para el equipo.

Para finalizar, se analiza el plan de mantenimiento actual y se expone la propuesta del plan de mantenimiento, enfocado en el Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Describiendo sus mejoras, la manera en la que impacta en la disponibilidad del equipo, además de la factibilidad técnica y económica. Por consiguiente, se lleva a cabo una tabla comparativa, para presentar los beneficios que esta propuesta tiene en caso de ser implementada.

ÍNDICE.

RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO GENERAL:	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	9
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES E IDENTIFICACION DEL EQUIPO MAS CRÍTICO	10
1.1. ANTECEDENTES GENERALES	11
ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	11
UBICACIÓN 13	
PROCESO PRODUCTIVO.	14
1.1.1.1. Cepa Cabernet Sauvignon	15
1.1.1.2. Cepa Chardonnay	15
1.1.1.3. La vendimia	15
1.1.1.4. Despalillado.....	16
1.1.1.5. Estrujado	16
1.1.1.6. Maceración y fermentación	16
1.1.1.7. Prensado	16
1.1.1.8. Fermentación maloláctica.....	16
1.1.1.9. Embotellado.....	17
1.2. PRINCIPALES EQUIPOS DE PLANTA VIÑEDO FAMILIA CHADWICK VENDIMIA 2025.18	
Bomba pozo profundo.....	18
Despalilladora	18
Prensa Neumática.....	19
Paletizadora	20
Prensa Hidráulica	21
Bomba de Maza Kiesel SP24	21
Monobloque de llenado MBF	21
Etiquetadora	22
Monocombi o Encajonadora	23
1.3. SELECCIÓN DE EQUIPO CRÍTICO VENDIMIA 2025 VIÑEDO FAMILIA CHADWICK.....	24
Diagrama Jack-Knife.....	25
Descripción del equipo prensa BUCHER JLB 20	29
1.3.1.1. Datos Tecnicos	30
1.3.1.2. Referencia de plano	31
CAPÍTULO 2: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES CRÍTICOS Y DESARROLLO DE ANÁLISIS FMECA	32
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE CRÍTICO.....	33

2.2. Clasificación de componentes críticos según Valor de IC	38
2.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CRÍTICO	40
2.4. ANÁLISIS FMECA DEL SISTEMA CRÍTICO.....	43
2.4.1. Metodología RCM	43
2.4.2. Definición de función:	43
2.4.3. Fallas funcionales:.....	44
2.4.4. Modos de falla:	44
2.4.5. Efectos de falla.....	44
2.4.6. Cuantificación del riesgo:.....	45
2.4.7. Impacto en medio ambiente y seguridad:	45
2.5. JERARQUIZACIÓN POR RIESGO DE (FMECA) DE LOS MODOS DE FALLA DEL SISTEMA	
54	
2.6. DEFINICION DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y CUANTIFICACION DE	
ESFUERZOS	55
2.7. LISTA DE TAREAS A RELIZAR SEGÚN PROPUESTA DE RCM.....	59
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL ENFOQUE RCM.	61
3.1. ANÁLISIS DE LAS RECOMENDACIONES RCM	62
3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL	64
3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO MEJORADO	66
3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....	71
3.5. IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD	72
3.6. FACTIBILIDAD TÉCNICA – ECONÓMICA.....	72
3.7. ANALISIS TÉCNICO - ECONÓMICO DE RENTABILIDAD	81
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	82
Recomendaciones	83
Anexos	85

Índice de Figuras

Figura 1-1. Vista viñedo Familia Chadwick.	12
Figura 1-2. Vista Satelital Planta Viñedo Familia Chadwick	13
Figura 1-3. Diagrama de flujo Proceso Productivo.....	14
Figura 1-4. Despalilladora Enoveneta.....	19
Figura 1-5. Equipo Prensa Neumática.	20
Figura 1-6. Equipo Prensa JBL 20.....	21
Figura 1-7. Monobloque de llenado MBF.	22
Figura 1-8. Etiquetadora Línea de producción.....	23
Figura 1-9. Monocombi o Encajonadora.	23
Figura 1-10. Datos estructurales y de trabajo de la prensa JLB.....	30
Figura 1-11. Datos de carga de la prensa JLB.	30
Figura 1-12. Plano referencial Prensa JLB.	31
Figura 2-1. Matriz de criticidad (Frecuencia x Consecuencia)	37
Figura 2-2, Sistema Hidráulico principal de la Prensa JLB 20.....	40
Figura 2-3. Tabla de jerarquización de riesgo FMECA.....	54
Figura 2-4. Diagrama de decisión RCM	55
Figura 2-5. Método de ruta crítica de actividades.....	60
Figura 2-6. Ruta crítica de actividades.....	60

Índice de Tablas

Tabla 1-1: Tabla de Numero de fallas por equipo	26
Tabla 2-1, Ponderación de Frecuencia de fallas	34
Tabla 2-2, Ponderación de Tiempo de Reparación.....	35
Tabla 2-3, Ponderación de Impacto de Seguridad, Higiene y Ambiente.....	35
Tabla 2-4, Ponderación de Costos de Operación.....	36
Tabla 2-5, Ponderación de Impacto al Funcionamiento	37
Tabla 2-6. Índice de Criticidad	38
Tabla 2-7. Índice de Criticidad de los componentes más críticos.	39
Tabla 2-8. Características del sistema hidráulico.....	41
Tabla 2-9. Análisis FMECA.	46
Tabla 2-10. Actividades de mantenimiento empleando Diagrama de decisión RCM.....	56
Tabla 2-11. Hoja de decisión RCM	57
Tabla 2-12. Actividades de mantenimiento RCM	58
Tabla 2-13. Ruta de tareas a realizar según decisión de RCM.	59
Tabla 3-1, Propuesta plan de mantenimiento mejorado	66
Tabla 3-2, Propuesta plan de mantenimiento mejorado componentes críticos.....	69
Tabla 3-3, Descripción siglas periodicidad.....	71
Tabla 3-4, Comparativa de plan de mantenimiento	73
Tabla 3-5, Actividad de mantenimiento.....	75
Tabla 3-6, Actividad de mantenimiento.....	76
Tabla 3-7, Actividad de mantenimiento.....	77
Tabla 3-8, Actividad de mantenimiento.....	78
Tabla 3-9, Actividad de mantenimiento.....	79
Tabla 3-10, Tabla comparativa de Disponibilidad.....	81

Índice de Gráficos

Gráfico 1-1. Diagrama Jack-Knife de criticidad de equipos vendimia 2025.....	27
--	----

INTRODUCCIÓN

La empresa Viñedo familia Chadwick, es una compañía nacional con segmento de mercado nacionales e internacionales. Su foco de negocio es la fabricación, elaboración y comercialización de Vino Icono. Una de las marcas más importantes es Vino Icono premium y es el tema, donde se desarrolla el presente trabajo.

Para la elaboración de los productos, se extrae el jugo de la uva a través del proceso vendimia, el cual se lleva a cabo desde el mes de febrero al mes de mayo, de todos los años, en el cual se extrae el jugo de uva, donde es almacenado para la fermentación y embotellamiento, para ser comercializado en los diferentes lugares nacionales e internacionales. Durante este período la confiabilidad de los equipos utilizados resulta fundamental, cualquier interrupción no planificada, impacta directamente en la producción donde implica costos operacionales y la calidad del producto.

En la vendimia 2025, se registraron detenciones no programadas elevadas en la línea de producción, destacando el equipo prensa hidráulica Bucher JLB 20. Este equipo se registraron 34 fallas, durante el periodo de vendimia con tiempos de detención, que ocasionaron pérdidas cercanas a los 70 millones de pesos, por estos retrasos en la producción, aumentaron los sobrecostos de reparación y aumento en el uso de recursos humanos, por mantenimientos correctivos. Estas detenciones también ocasionaron por los tiempos de detención, la uva se tuvo en espera antes del prensado incrementando el riesgo de oxidación y fermentación no deseados, lo cual pone en peligro la calidad y estabilidad del vino.

El esquema de mantenimiento actualmente de dicho equipo se basa en la ejecución de reparaciones, cuando la falla ya ha causado una detención prolongada, obteniendo paradas no programadas en tres meses, con tiempo sin producir entre 2 a 9 horas, obteniendo un impacto directo en la producción. Lo cual conlleva a limitaciones en términos de gestión, este modelo no preventivo, no garantiza mejoras en la confiabilidad del activo, lo que genera un círculo de fallas recurrentes y paradas no planificadas.

Con el contexto establecido durante esta vendimia, se busca la necesidad de guiarse hacia un modelo de mantenimiento más estructurado y proactivo, que permita reducir la cantidad de fallas, minimizando de igual forma los riesgos operativos y asegurar la continuidad del proceso productivo, durante el periodo de vendimia.

La propuesta de este trabajo de título, consiste en establecer un plan de mantenimiento basado en Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), para el

equipo crítico de la empresa prensa Bucher JLB. El estudio principal busca entregar una herramienta técnica, que permita mejorar la confiabilidad del equipo reduciendo los costos de indisponibilidad y aumentar la continuidad productiva del proceso, durante el periodo. A partir de esta propuesta, se plantean los objetivos que guiarán la investigación y el desarrollo del presente trabajo.

OBJETIVO GENERAL:

Proponer un plan de mantenimiento basado en la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), para la prensa hidráulica Bucher JLB, del Viñedo Familia Chadwick, orientado a la mejora de la confiabilidad del equipo y a la continuidad operacional del proceso productivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1°Objetivo: Diagnosticar el proceso productivo del Viñedo Familia Chadwick, mediante la identificación de las etapas y equipos involucrados, destacando el equipo crítico a través del análisis de criticidad Jack-Knife, como base técnica para evidenciar su relevancia operacional.

2°Objetivo: Analizar los modos de falla del equipo crítico seleccionado, aplicando la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y la herramienta FMECA, para la identificación de funciones críticas y sus efectos sobre la operación.

3° Objetivo: Evaluar las tareas de mantenimiento asociadas al equipo crítico, a partir de los resultados del análisis RCM, en relación con la confiabilidad del equipo y la continuidad del proceso productivo.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES E IDENTIFICACION DEL EQUIPO MAS CRÍTICO

1.1.ANTECEDENTES GENERALES

ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La historia de este prestigioso viñedo chileno, comienza con el padre de Eduardo Chadwick, el visionario Alfonso Chadwick Errázuriz, quien era un apasionado por los viñedos y un notable jugador de polo. Actualmente los viñedos que dan origen a su vino, están plantados sobre la cancha donde alguna vez jugó polo en su honor. En su tiempo, Alfonso Chadwick con gran visión de futuro, era considerado un experto en la modernización de los vinos de la industria chilena. En el año 1983 adquiere la dirección de Viña Errázuriz, la cual fue fundada en el año 1870 en el valle de Aconcagua por Don Maximiano Errázuriz, acompañado de su hijo Alfonso, trabajaron en presentar vinos de gran expresión de terruño, buscando la identidad del valle. Después de la muerte de Alfonso Chadwick, su hijo sucedió como presidente de Viña Errázuriz, continuando con el legado, pasión y compromiso como sus antepasados.

La primera cosecha de Viñedo Chadwick fue en el año 1999 la cual se lanzó con gran éxito en 2002. Su segunda añada fue del año 2000 la cual haría historia poco después el 23 de enero de 2004, cuando se llevó a cabo el Berlín Tasting. Rober Parker a calificado a su Cabernet Sauvignon chileno con el más alto puntaje durante 5 años seguidos. La cosecha 2014 marcó un hito en la historia del vino chileno, así como para la bodega familiar. En mayo de 2016, Viñedo Chadwick 2014 obtuvo un puntaje perfecto de 100 puntos, convirtiéndose en el primer vino chileno en recibir el máximo reconocimiento a nivel mundial.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

Figura 1-1. Vista viñedo Familia Chadwick.

El viñedo, como se aprecia en la figura 1-1 se encuentra dividido en diferentes cuarteles, monitoreados por fotografías aéreas para seguir el proceso de maduración, permitiendo dar con precisión el momento ideal para la cosecha. Las uvas se cosechan a mano en la mañana para evitar exponerles a temperaturas altas, luego son transportadas en pequeños cajones hasta llegar a una doble mesa de selección, asegurando la calidad del vino. La fermentación ocurre en pequeños tanques de acero inoxidable, favoreciendo el contacto de la piel de la uva con el jugo para elevar aromas y colores.

El vino reposa sobre barrica de roble francés, donde el porcentaje varía según cada cosecha. Realizando allí la fermentación maloláctica, cada lote es envejecido por separado para maximizar las opciones de ensamblaje. La decisión de la mezcla final se realiza en el proceso de guarda justo antes de embotellar.

En el año 1992 es cuando en la cancha de polo es plantada la cepa Cabernet Sauvignon, la misma se encuentra en conducción de espalderas, la cual es acompañada por las brisas de la montaña, permitiendo que las uvas maduren a la perfección, manteniendo su frescor y acidez.

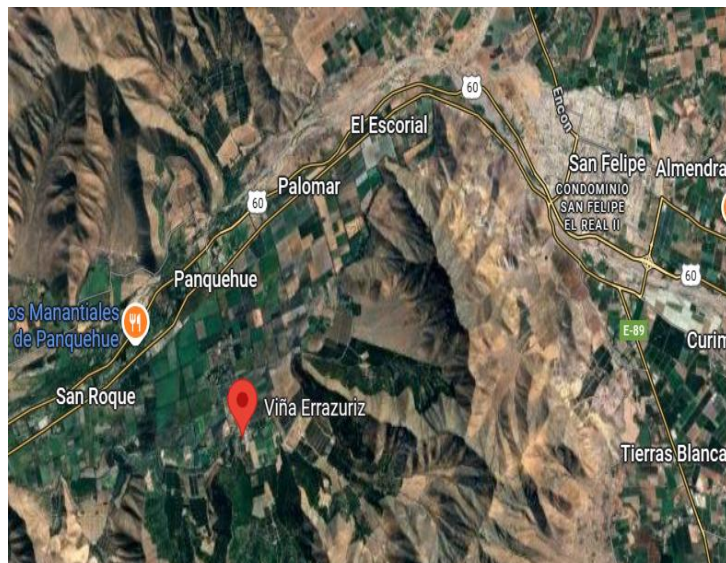
El manejo del viñedo es con prácticas sustentables, cubriendo el suelo con plantas en otoño y primavera para controlar el vigor y generar un entorno natural para control de plagas dañinas para el viñedo. En invierno se produce compost para fertilizar el viñedo. Se considera que el viñedo de 15 hectáreas es uno de los mejores territorios de Chile para producir Cabernet Sauvignon de excepcional calidad.

Viñedo Chadwick 2018 fue así descrito por su enólogo Francisco Baettig:

“La excepcional vendimia 2018 de Viñedo Chadwick entrega un intenso color rojo rubí con destellos violetas. Elegante, fresco y vertical en nariz, con aromas a cerezas, grosella negra, frambuesa y delicadas notas a tarta de arándanos. En boca muestra fruta roja y moras, enmarcadas por suaves notas a chocolate amargo y un toque a cedro, sutilmente marcado por taninos sedosos y de grano muy fino. Extremadamente elegante, intenso y de una profundidad única. Estamos quizás frente a la cosecha más equilibrada que se haya producido de Viñedo Chadwick, prometiendo un gran potencial de guarda.”

UBICACIÓN

La planta Viñedo Familia Chadwick se encuentra ubicada en la Quinta Región de Valparaíso, específicamente en la calle Antofagasta S/N en la ciudad de San Felipe comuna de Panquehue.



Fuente: Google Maps, elaboración propia

Figura 1-2. Vista Satelital Planta Viñedo Familia Chadwick

PROCESO PRODUCTIVO.

Viñedos Familia Chadwick es una empresa familiar conformada por cinco viñas chilenas; Viñedo Chadwick, Señá, Errázuriz, Arboleda y Caliterra, dedicada a la producción, elaboración y comercialización de vinos de la más alta calidad y prestigio en Chile y en el extranjero.

Misión:

Elaborar vinos excepcionales mediante la combinación de tradición vitivinícola, innovación sostenible y compromiso con la calidad humana y ambiental.

Visión

Ser la Viña Chilena que lidera las preferencias de los consumidores en vinos lujo & super premium, convirtiéndose en un referente de calidad e imagen en el mundo vitivinícola, operando bajo una cultura de excelencia y generando valor sostenible para sus grupos de interés.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-3. Diagrama de flujo Proceso Productivo.

1.1.1.1. Cepa Cabernet Sauvignon

El Cabernet Sauvignon es una cepa de vino tinto reconocida mundialmente por su intensidad, estructura y gran capacidad de guarda. Originaria de Burdeos, Francia, se ha consolidado como una de las variedades más cultivadas en Chile, destacando por sus notas a frutos negros, especias y su equilibrado aporte de taninos.

El Cabernet Sauvignon chileno destaca por su intensidad, con aromas profundos de frutas negras como cassis y ciruelas, mezclados con notas de pimienta, tabaco y un toque suave de vainilla. Sus taninos firmes y su estructura lo hacen ideal para envejecer en barrica y botella, resultando en un vino lleno de carácter, para quienes buscan un tinto excepcional. La Viña ha sido pionera en la producción de Cabernet Sauvignon en Chile, con etiquetas emblemáticas como Don Maximiliano o Chadwick, reconocida internacionalmente como uno de los mejores Cabernet Sauvignon del país

1.1.1.2. Cepa Chardonnay

La Chardonnay es una de las variedades de uva blanca más populares del mundo. Con ella se producen vinos blancos especiales que expresan con singularidad el lugar donde se han cultivado las uvas y las técnicas utilizadas en la bodega.

Conocida como “la reina de las uvas blancas”, esta variedad de uva es una de las más cultivadas alrededor del mundo. También de entre las variedades de uva blanca es la que más reconocimiento tiene a nivel mundial.

La variedad de uva Chardonnay se originó en la región de Borgoña de Francia. Y toma su nombre de una ciudad de pequeño tamaño en el Maconnais. Esta zona del sur de Borgoña fabrica chardonnays relativamente baratos y de alto valor. Las uvas Chardonnay son fáciles de cultivar tanto en climas frescos como en climas cálidos. Esto la ha convertido en una de las variedades de uva más plantadas en todo el mundo. Se usan no solo para hacer vino blanco, también para la producción de champán, vino espumoso y de postre.

1.1.1.3. La vendimia

Obviamente, la vendimia está dentro del proceso de elaboración del vino porque es imprescindible la recolección de la uva, que en España se suele realizar entre los meses

de septiembre y octubre. Además, cuando se recoge la uva tiene que mostrar un estado apto de maduración para poder así, extraer la mayor calidad de ella.

1.1.1.4. Despalillado

Este proceso es por el cual se separan las uvas del resto del racimo, que se conoce como raspón. El objetivo de separar las uvas de las ramas y/o hojas es porque aportan sabores y aromas que son amargos al caldo durante la maceración.

1.1.1.5. Estrujado

Desgranado el racimo, las uvas se pasan por una pisadora para conseguir que se rompa la piel de la uva, llamada hollejo. Así se extrae el jugo para facilitar el siguiente paso, pero no se debe estrujar demasiado para evitar que se rompan las semillas de las uvas, que aportarían amargor al caldo.

1.1.1.6. Maceración y fermentación

El jugo que se extrae se mantendrá a una temperatura controlada durante unos días, permitiendo así la fermentación y así adquiriendo el color requerido.

En estos depósitos y a través de sus propias levaduras, comienza el proceso de fermentación alcohólica ya que, en ellas, el azúcar de las uvas termina transformándose en alcohol etílico.

Este proceso dura, dependiendo del tipo de vino, y debe transcurrir a temperaturas no superiores a 29°C.

1.1.1.7. Prensado

Como el producto sólido de la fermentación aún contiene grandes cantidades de vino tras el descube (acción que consiste en separar el vino de las partes sólidas de la uva), es sometido a un prensado para extraer el líquido. Los restos sólidos que se derivan del prensado se emplean para la elaboración de orujos y otros productos.

1.1.1.8. Fermentación maloláctica

El vino que se obtiene durante los pasos anteriores se vuelve a someter a un nuevo proceso de fermentación. A través de este proceso se rebaja el carácter ácido del vino y lo hace mucho más agradable al consumo.

El proceso de envejecimiento o crianza es uno de los puntos de mayor importancia para la elaboración un vino. En este proceso, el vino es introducido en sus barricas para que adquiriera notas aromáticas que durante la cata se pueden distinguir. Durante la estancia en las barricas, el vino va evolucionando y desarrollando diferentes características.

Mientras el vino descansa en las barricas se realizan dos trabajos adicionales para eliminar impurezas y sedimentos como son el trasiego y la clarificación.

1.1.1.9. Embotellado

Una segunda parte del periodo de crianza tiene lugar en el embotellado, Durante este tiempo el vino evoluciona y asimila el oxígeno que se introduce en la botella.

1.2.PRINCIPALES EQUIPOS DE PLANTA VIÑEDO FAMILIA CHADWICK **VENDIMIA 2025.**

Para poder contextualizar de manera más detallada el equipo a elegir para esta implementación y mejora de mantenimiento, es necesario poder conocer un poco más en detalle la función de los equipos que están en línea en el proceso de elaboración de vino. Así se realiza una aproximación a las funciones generales que tiene cada uno y se puede deducir la importancia en el proceso productivo.

Bomba pozo profundo.

Se utiliza específicamente para el pozo principal de la empresa, instalada a 28 metros de profundidad. Esta bomba es capaz de manejar altas presiones y extraer agua desde profundidades significativas. La bomba de pozo profundo es vital en el área donde el acceso a agua potable es limitado y en la industria que requiere un suministro confiable de agua. La bomba de pozo profundo funciona mediante un sistema de succión y presión que permite elevar el agua desde niveles profundos hasta la superficie. La bomba de pozo profundo utiliza un sistema de succión, impulsión y presión para elevar el agua desde niveles profundos hasta la superficie, donde puede ser utilizada para el abastecimiento de agua.

La bomba en el lugar donde se encuentra es un pozo de 28 metros de profundidad, en el cual consta de 10 metros de agua y un ancho de un metro de diámetro, la bomba impulsa el agua hacia el estanque principal de la planta a una distancia de diez metros donde se almacena y se hace el tratamiento de ozonización para quitar las impurezas del agua, y luego se distribuye a las diferentes áreas de la empresa.

Despalilladora.

La despalilladora de uva es una de las primeras máquinas involucradas en la elaboración de vino y la primera operación que se le realiza a la uva cuando llega a la bodega (en algunos casos antes pasa por una cinta de selección). Su función es la de separar el grano de uva del raspón (escobajo o esqueleto del racimo). También se elimina todo tipo de parte vegetal que provenga de la cosecha, como hojas, restos de sarmientos, etc.

Una despalilladora puede ser horizontal o vertical. Las primeras son las más usadas. En el caso de las horizontales (la que se usa en la empresa), el racimo ingresa por uno de los extremos superiores que, mediante un tornillo sin fin, es empujado hacia el cuerpo central, donde se encuentra un cilindro cribado (agujereado) que gira. En su interior tenemos un sin fin con paletas que también gira en la misma dirección, pero a

diferente velocidad. El grano se desprende del racimo y cae, mientras que el escobajo que queda adentro es empujado por las paletas del sin fin hacia el otro extremo.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

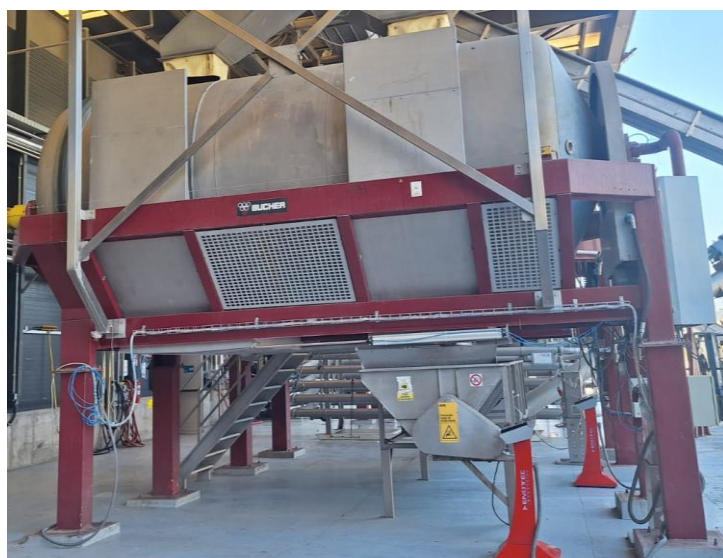
Figura 1-4. Despalilladora Enoveneta.

Prensa Neumática.

El equipo prensa neumática es una máquina que emplea aire comprimido para inflar una membrana que presiona suavemente las uvas contra un cilindro perforado, permitiendo una extracción controlada y homogénea del mosto. Además, permite ajustar la presión en cada caso según cuáles sean las necesidades.

Dentro de las prensas neumáticas se puede distinguir, a su vez, entre dos tipos: las cerradas y las abiertas. Las primeras son las más comunes y tienen la ventaja de que evitan la oxidación del mosto. Las segundas, por su parte, ofrecen más rapidez y pueden procesar con un gran volumen de producción.

En la elaboración de vino blanco, se suelen emplear las prensas neumáticas. Estas máquinas ofrecen una gran precisión y eficiencia, lo cual es importantísimo a la hora de controlar los taninos y otros compuestos que determinarán el carácter y la calidad del vino.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

Figura 1-5. Equipo Prensa Neumática.

Paletizadora

Una paletizadora es una máquina industrial que se utiliza para apilar productos o materiales en paletas de forma automatizada. Las paletizadoras pueden manipular una gran variedad de productos, como cajas, bolsas, botellas y otros envases, para formar una carga en una paleta que pueda ser transportada de manera eficiente y segura.

El proceso de paletización se realiza en varias etapas:

Primero, los productos se transportan desde la línea de producción hacia la zona de paletización mediante una cinta transportadora o un sistema de transporte similar.

Luego, son agrupados y organizados por un robot paletizador que los coloca en la posición y el patrón adecuados en la paleta.

La máquina paletizadora utiliza una serie de sensores y cámaras para detectar la posición y la orientación de los productos que se están moviendo hacia ella, y luego utiliza un sistema de agarre mecánico o de vacío para recoger los productos y colocarlos en la paleta de forma segura y precisa.

Después de que se completa la carga de la paleta, se envuelve en plástico retráctil para asegurar los productos en su lugar durante el transporte y la manipulación.

Las paletizadoras son una solución ideal para las industrias que requieren un alto volumen de producción y transporte de productos, ya que pueden reducir significativamente el tiempo y el costo de la mano de obra necesarios para paletizar manualmente los productos.

Prensa Hidráulica.

Se trata de un sistema cuyo funcionamiento se basa en la fuerza de los fluidos para activar un pistón que actúa sobre la fruta, comprimiéndola contra una superficie fija o una canasta perforada para liberar el zumo de la uva. Las prensas hidráulicas destacan por su gran robustez, eficiencia y por ser capaces de proporcionar una gran presión. Existen dos tipos: las verticales y las horizontales, según el sentido en el que los pistones presionan las uvas.

La prensa vertical hidráulica Bucher JLB garantiza una extracción de jugos sin mostos prensados ni trituración de la vendimia. La opción de adaptación de la velocidad del prensado permite un caudal constante que aprovecha de forma óptima el filtrado automático del orujo. Los vinos o jugos son más límpidos y menos oxidados.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

Figura 1-6. Equipo Prensa JBL 20.

Bomba de Maza Kiesel SP24.

La bomba excéntrica de caracol KIESEL es una bomba industrial, la cual es la encargada del movimiento del jugo de uva, vino y mosto de uva, dicho equipo posee un motor de 15 HP, el cual es el encargado de mover el motorreductor de 10:1, el cual en la bomba posee un embudo de entrada hacia el interior, en el cual cuenta con un caracol excéntrico, el cual posee una transferencia de caudal uniforme y minimiza el daño al producto, es decir, el flujo es constante y preciso del fluido.

Monobloque de llenado MBF.

La máquina llenadora monobloque es un sistema completo e integrado que se utiliza para llenar envases de productos líquidos. Esta máquina está diseñada para

automatizar el proceso de llenado y mejorar la eficiencia, la precisión y la seguridad en comparación con los métodos de llenado manual. La máquina llenadora monobloque puede llenar una amplia variedad de líquidos, incluidos agua, jugo, salsas y más.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

Figura 1-7. Monobloque de llenado MBF.

Etiquetadora.

La etiquetadora automática es la máquina que aplica diferentes etiquetas autoadhesivas a diferentes productos en superficies planas, superficies curvas, botellas, latas y diversos envases, lo que proporciona una eficiencia de producción rápida y una etiquetación de alta calidad. Además, se ha convertido en un ayudante indispensable para diversas industrias.

La máquina recibe la botella de vino con el producto dentro y con la tapa o corcho en su lugar, antes de entrar una botella a la máquina para por un sensor de nivel de líquido el cual se encarga de eliminar o rechazar cualquier botella la cual posee bajo el nivel óptimo del límite permitido de líquido.

Al entrar la botella a la máquina a través de una cinta transportadora la parte superior de la botella es atrapada por una mordaza la cual hace girar la botella sobre un pegamento el cual solo cubre el lugar establecido de la botella donde va la etiqueta, al momento de salir del pegamento la botella rueda sobre el dispensador de etiquetas el cual le coloca la etiqueta en el lugar correspondiente y su contra etiqueta en el lado contraria a esta completando el ciclo y el producto sale de la máquina a través de una cinta transportadora.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

Figura 1-8. Etiquetadora Línea de producción.

Monocombi o Encajonadora.

Este equipo Monocombi o Encajonadora de vino es la encargada de colocar las botellas ya etiquetadas y con el producto en su interior, con corcho cerrado dentro de las cajas del producto. Las botellas llegan a través de una cinta transportadora la cual a través de sensores las separa en filas de seis u ocho botellas dependiendo del diseño de la caja, el operador se encarga de visualizar si no hay una botella desalineada del orden correcto, luego a través de un brazo robótico el cual ocupa ventosas cónicas las cuales a través de la generación de vacío toman las botellas por la parte superior y las mueven dentro de la caja para luego soltarlas.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

Figura 1-9. Monocombi o Encajonadora.

1.3. SELECCIÓN DE EQUIPO CRÍTICO VENDIMIA 2025 VIÑEDO FAMILIA CHADWICK.

Existen algunas herramientas que permiten visualizar de manera gráfica dónde se concentran algunos de los problemas más importantes dentro de un sistema o equipo. Estas herramientas sirven de apoyo también para poder ver dónde poder concentrar algunos de los recursos más importantes y que con otras herramientas se complementan para tomar las decisiones finales para aquellos modos de falla que producen las detenciones dentro de los sistemas.

Esta perspectiva utilizada para jerarquizar subsistemas, equipos o componentes en un proceso es aquella que considera el impacto directo sobre el sistema en términos de la disponibilidad esperada y costos asociados. Existen otros métodos de jerarquización basados en indicadores de confiabilidad y mantenibilidad, tanto para hacer un ranking a nivel de modos de falla como también de equipos y subsistemas.

Una de las estrategias más utilizadas en la industria para el diseño de estrategias y planes de mantenimiento es la denominada como RCM. Este método es de amplia utilización ya que permite determinar convenientemente las necesidades de mantenimiento de cualquier activo físico en su entorno de operación. También se ha definido como un método que identifica las funciones de un sistema y la forma en que esas funciones pueden fallar, estableciendo a priori tareas de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas. La metodología RCM propone la identificación de los modos de falla que preceden a las posibles fallas de los equipos y la ejecución de un proceso sistemático y homogéneo para la selección de las tareas de mantenimiento que se consideren convenientes y aplicables. El resultado será el conjunto de actividades de mantenimiento recomendadas para cada equipo. Se definirá el contenido concreto de las actividades específicas que deben realizarse y sus frecuencias de ejecución. Concretamente, la metodología de análisis RCM propone un procedimiento, por medio de la formulación de siete preguntas que permiten identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional. (*Viveros, P., Stegmaier, R., Kristianpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Revista Chilena de Ingeniería. Pág 133*).

Concepto sobre diagrama de Pareto: “Un poco representa mucho”. Cuando trabajamos con grandes volúmenes de información, tanto cuantitativa como cualitativa, es recomendable para determinados análisis segmentar la información para centrarnos en lo relevante y para ello se suele emplear la “Ley de Pareto” o también llamada regla del

80/20, en base a que el 80 % del resultado lo genera el 20 % de las causas, es la relación matemática entre la variable efecto y causa.

...el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados... por ejemplo... El 20% de los clientes generan el 80% de nuestros ingresos. ¿Estamos trabajando ese 20%?

Esta ley dice que el “20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados” es decir que el 20% de algo es esencial y el 80% es trivial”. Por ejemplo, si hablamos de ventas, el 20% de los productos, representan el 80% de las ventas y el otro 80% solo representa el 20% de las ventas. Por tanto, ese primer 20% de productos son los que deberían ser más importantes para la empresa. Esta ley se basa en un conocimiento empírico y no siempre se cumple con exactitud. A veces no es 80/20 y es 80/30... depende de cada caso en particular, pero siempre hay un “poco” que representa un “mucho”.

(González Gómez, J. I. (s.f.). jggomez.eu. Obtenido de:

<http://jggomez.eu/K%20Informatica/3%20Excel/03%20Mis%20Temas/B%20BD%20y%20TD/TD%20III%20Pareto%20e%20Intervalos>)

El método de análisis Jack-Knife corresponde a un estudio multicriterio de las distintas variables involucradas, o que inciden en los modos de falla, tales como: frecuencia de ocurrencia de falla (tasa de falla promedio), número de fallas, tiempo fuera de servicio (MTTR), costos asociados, entre otros. El mecanismo en sí de análisis es un diagrama en dos o más dimensiones, en donde cada una de éstas corresponde a una variable de estudio. En el caso de trabajar con números de falla y tiempo fuera de servicio, en el gráfico se trazan líneas de referencia que denotan el número promedio de fallas y el tiempo promedio de reparación de los modos de falla, generando cuatro cuadrantes.

(Viveros, P., Stegmaier, R., Kristianpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Revista Chilena de Ingeniería)

Diagrama Jack-Knife

Es un método para analizar el tiempo de inactividad o indisponibilidad de equipos o sistemas usando diagramas de dispersión. La elaboración de este diagrama preserva el esquema de clasificación de los histogramas de Pareto, y a su vez aporta contenidos adicionales con respecto a las frecuencias de fallas y tiempo medio de reparación, mediante la aplicación de valores límites, los diagramas de dispersión puede ser dividido en cuatro cuadrantes que permitan que las fallas sean clasificadas en: agudos, crónico, agudo/crónico y bajo control.

Conceptualmente, el método de análisis Jack-Knife corresponde a un estudio multicriterio de las distintas variables involucradas, o que inciden en los modos de falla, tales como: frecuencia de ocurrencia de falla (tasa de falla promedio), número de fallas, tiempo fuera de servicio (MTTR), costos asociados, entre otros. El mecanismo en sí de análisis es un diagrama en dos o más dimensiones, en donde cada una de éstas corresponde a una variable de estudio. En el caso de trabajar con números de falla y tiempo fuera de servicio, en el gráfico se trazan líneas de referencia que denotan el número promedio de fallas y el tiempo promedio de reparación de los modos de falla, generando cuatro cuadrantes. Los modos de falla ubicados en el primer cuadrante son aquellos que poseen un número de fallas mayor al promedio (crónicos) y un tiempo fuera de servicio mayor al promedio (agudos), por lo que son candidatos importantes en la escala de criticidad. (Viveros, P., Stegmaier, R., Kristianpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Revista Chilena de Ingeniería.*)

Además, permiten fácilmente la identificación de los problemas que afectan a la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del sistema o de los equipos. Según los datos obtenidos durante la vendimia 2025 con los equipos y según la cantidad de falla obtenidas en el transcurso de dichos meses que duró el proceso productivo, se presenta de la siguiente forma.

Tabla 1-1: Tabla de Número de fallas por equipo.

COMPONENTES	FALLAS	TIEMPO DE PARADA VENDIMIA (horas)	MTTR
Prensa JLB	34	312	9,18
Despalilladora	18	20	1,11
Prensa Neumática	15	12	0,80
Llenadora monobloque	14	15	1,07
Etiquetadora	12	25	2,08
Encajonadora	11	10	0,91
Paletizadora	10	18	1,80
Bomba de maza Kiesel SP24	2	8	4,00
Bomba de pozo profundo	1	6	6,00

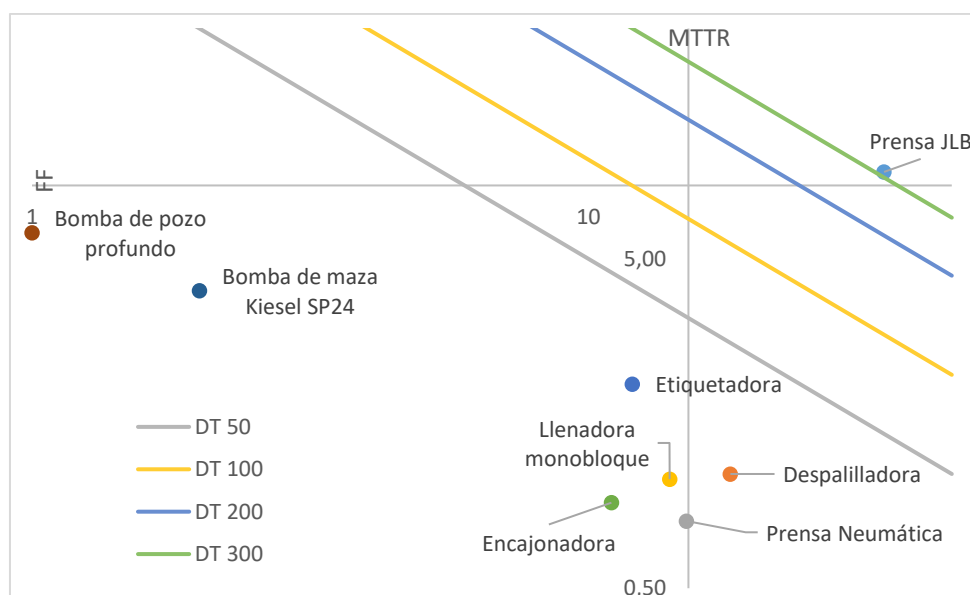
Fuente: Elaboración propia a partir del historial de fallas Vendimia 2025.

En la Tabla 1-1 se indican los equipos durante la vendimia 2025 los cuales obtuvieron fallas en el transcurso de los meses que duró dicho proceso. Se entrega la cantidad de fallas, como también el tiempo que la máquina estuvo detenida sin operar. Se calcula el tiempo medio de reparación o Mean Time To Repair (MTTR), lo cual siendo este el tiempo medio de reparación entre el periodo que el equipo entra en parada programada por mantenimiento o parada por falla funcional, hasta que este es puesto nuevamente en servicio.

Lo que más se desea en esta métrica de mantenimiento es que el tiempo sea lo más bajo posible y que se ajuste al tiempo de duración estándar de los procedimientos específicos de mantenimiento. Varios factores existen que influyen en el tiempo medio de reparación o MTTR elevado y, por consecuencia en la baja eficiencia y eficacia de las reparaciones.

En este contexto, el MTTR incluye el tiempo requerido para identificar la falla, diagnosticar el problema, realizar la reparación y restaurar el equipo a su estado normal de funcionamiento. La falla repentina a menudo resulta en mantenimiento correctivo, donde se enfoca en solucionar el problema lo más rápido posible para minimizar el tiempo de inactividad. El MTTR por falla repentina puede verse influenciado por factores como la habilidad y experiencia del técnico, la disponibilidad de repuestos y la complejidad de la reparación. Valores altos de MTTR en el contexto de falla repentina pueden indicar ineficiencias en el proceso de mantenimiento o equipos poco fiables.

En los cuales los datos obtenidos se emplean para elaborar el siguiente Gráfico o Diagrama Jack-Knife.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1-1. Diagrama Jack-Knife de criticidad de equipos vendimia 2025.

Respecto a la base de metodológica del gráfico de dispersión el eje “X” corresponderá al número de intervenciones del equipo frecuencia de falla (FF) y el eje “Y” corresponderá al tiempo medio de reparación (MTTR).

Dentro del método Jack Knife dista que los cuadrantes del plano se clasifican en categorías que son:

- Cuadrante con fallas que son agudas, las cuales presentan una mayor duración de tiempo fuera de servicio.
- Cuadrante donde las fallas son crónicas, se caracterizan por ser repetitivas y no tienen un gran impacto en el tiempo fuera de servicio (TFS).
- Cuadrante en donde fallas que aparecen son agudas y crónicas, tienen un considerable TFS y son repetitivas.
- El cuadrante con fallas inertes no aparece con frecuencia y tienen poco o nulo impacto en el TFS.

(Mora Gutiérrez, A. (2009). Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control. Ciudad de México: 2009.)

Según los equipos que se analizaron durante el proceso de vendimia 2025 de Viñedo Familia Chadwick, desde los meses de febrero a mayo, en el proceso de prensado respectivamente en el método de prensado hidráulico, se encuentra que la prensa BUCHER JLB se considera un equipo crítico para la continuidad operacional de las líneas de producción.

Dicho equipo posee un impacto importante en la producción de vino ya que en esta etapa se establece la extracción del mosto o jugo de uva. En dicha vendimia 2025 se registraron 34 fallas no programadas durante el transcurso de los meses establecidos, en las cuales el equipo no pudo operar, por lo cual atrasó las planificaciones de trabajo y conllevó a pérdidas de producto por los tiempos muertos que este tuvo.

En base a estas acciones, la prensa BUCHER JLB se establece como el equipo de mayor prioridad de criticidad para el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad (RCM).

Descripción del equipo prensa BUCHER JLB 20.

La prensa de vino es una máquina que permite exprimir o prensar las uvas para conseguir separar las partes sólidas de la uva.

El funcionamiento de la prensa de vino se basa en el principio de Pascal, que dice que la presión ejercida sobre cualquier punto de un líquido se distribuye con igual magnitud en todas las direcciones y en cada parte del líquido. Por lo tanto, si colocamos uvas en un receptáculo permeable y ejercemos presión, se puede separar el mosto de las partes sólidas.

Al momento de funcionar, la prensa baja la jaula de protección cubriendo la jaula de prensado, en la cual se coloca la uva de forma que cubra toda la jaula restante, los gatos hidráulicos de prensado se colocan en posición sobre la jaula, dichos elementos cuentan con una placa de acero inoxidable, la cual hacen bajar por sección establecida según los comandos dados por el tablero de mando. Al momento de apretar la placa contra la uva, dicho fruto va dejando salir el jugo, el cual sale por la parte de debajo de la jaula hacia la artesa la cual da el paso a la uva para que sea transportada a través de una cinta externa hacia el lugar correspondiente.

El equipo está compuesto por distintos sistemas que garantizan el funcionamiento óptimo, estos sistemas incluyen:

- Sistema hidráulico: realiza el movimiento vertical de la placa y de la jaula de operación al momento de realizar el prensado.
- Sistema mecánico: es el encargado de guiar y de la transmisión del esfuerzo del prensado al operar.
- Sistema electrónico: gestiona el control automatizado del prensado a través de la interfaz que controla el operador.
- Sistema eléctrico: proporciona la alimentación 380 volts y la protección a los circuitos de control del equipo.
- Sistema de seguridad: es el diseño para proteger tanto al operador de algún accidente como también de los componentes de la prensa.
- Sistema de control: coordina el funcionamiento de todos los sistemas del equipo y permite el ajuste de parámetros de funcionamiento del equipo.

1.3.1.1. Datos Tecnicos

	JLB 20		JLB 20
Longitud	2450 mm	Peso en vacío	4000 Kg
Anchura	1875 mm	Peso en carga	6000 Kg
Altura en posición d esplegada	3220 mm	Separación de las horquillas para la manutención de la artesa	850 mm
Altura en posición plegada	2220 mm	Capacidad de la artesa	160 l

Fuente: Manual del equipo

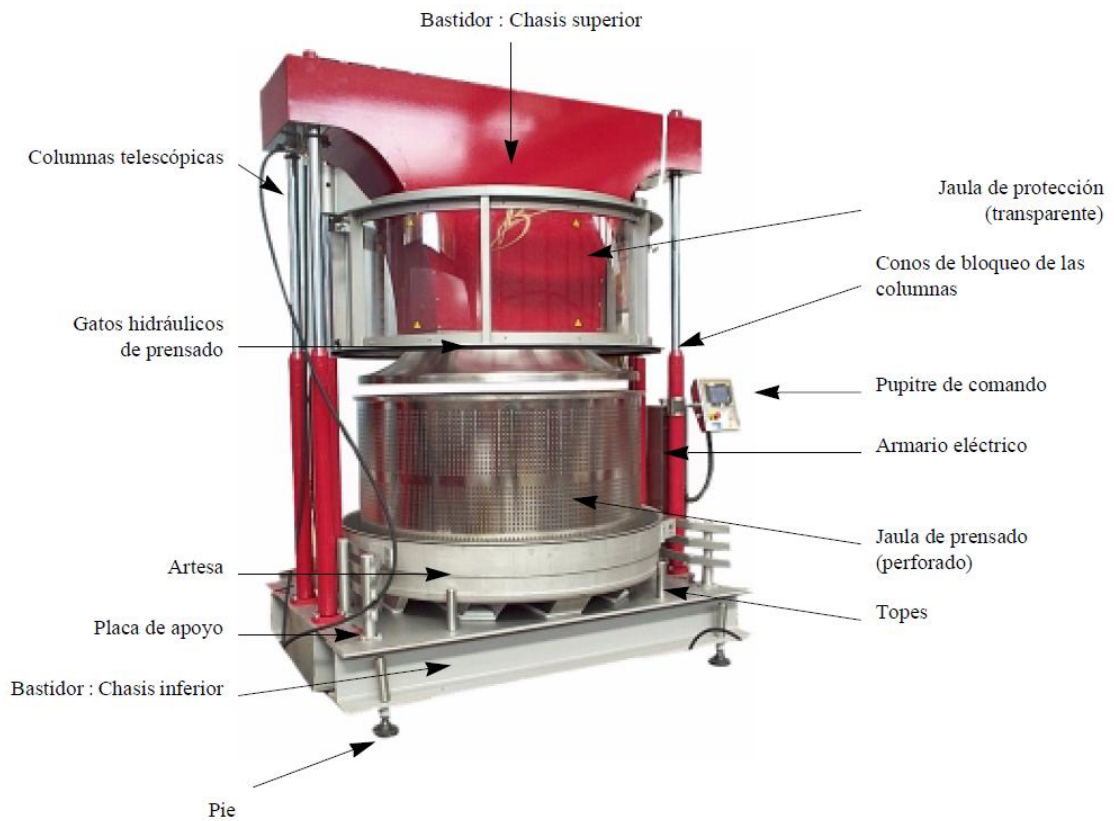
Figura 1-10. Datos estructurales y de trabajo de la prensa JLB.

	JLB 12	JLB 20
Dimensiones de la bandeja (diámetro y altura)	Ø1190 x H200	Ø1590 x H200
Peso de la bandeja	200 kg	330 kg
Peso total del contenedor + peso de mosto de uva + bandeia	1,4 T	2,4 T

Fuente: Manual del equipo

Figura 1-11. Datos de carga de la prensa JLB.

1.3.1.2. Referencia de plano



Fuente: Manual del equipo

Figura 1-12. Plano referencial Prensa JLB.

Anteriormente, donde se describió el proceso productivo de la empresa junto con explicar los equipos principales durante el periodo de vendimia 2025, se demostró a través de un diagrama Jack-Knife el equipo crítico la prensa Bucher JLB 20, debido a su alta frecuencia de fallas y su alto impacto en la continuidad operacional del proceso productivo.

Los tiempos de las detenciones no programadas del equipo representan un riesgo tanto para la producción como para los aspectos económicos, afectando la eficiencia del proceso de prensado y su calidad. Como consecuencia de los resultados obtenidos, se realizará un análisis de los sistemas y componentes de dicho equipo para detectar las causas de las fallas y poder priorizar acciones durante el mantenimiento. Por lo cual, a continuación, en el siguiente capítulo se identificarán los componentes críticos de la Prensa JLB para aplicar el análisis FMECA utilizando la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) como la herramienta principal para obtener información técnica que permita ayudar a las estrategias de mantenimiento para poder mejorar la confiabilidad del equipo y disminuir los tiempos de no operación.

**CAPÍTULO 2: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES CRÍTICOS Y
DESARROLLO DE ANÁLISIS FMECA**

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE CRÍTICO

Tras identificar el equipo crítico mediante el uso del diagrama de Jack-Kinife, se procede con el propósito de identificar los componentes y sistemas que lo conforman para lograr la evaluación relativa y determinar aquellos que poseen mayor impacto en la confiabilidad y disponibilidad operacional.

El análisis muestra una descripción estructurada de los subsistemas mecánicos, hidráulicos, electrónicos, eléctricos, de control y seguridad, los cuales componen el ciclo de prensado del equipo al momento de funcionar. Para ayudar a realizar la metodología RCM y poder realizar el análisis FMECA, se tomará como referencia las Normas ISO 14224, SAE JA1011 y SAE JA1012, para aplicarlas en el equipo crítico y realizar la estructura adecuada para realizar los análisis, junto con la guía y apoyo para poder aplicar la metodología anteriormente mencionada, se tomará como referencia los libros “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, “Mantenimiento Planeación”, “Ejecución y Control, Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos”.

(Mora Gutiérrez, A. (2009). Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control. Ciudad de México: 2009.)

(Moubray, J. (2004). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Madrid, España: 1991.)

(Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. (2015). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos.)

Por lo cual, los componentes serán evaluados en base a criterios de frecuencia de falla (FF), tiempo de reparación (TR), impacto en la seguridad y ambiente (ISHA), criticidad de la reparación (CR) e impacto funcional (IF), en el cual se obtendrá el valor de índice criticidad (IC), el cual permite establecer un orden jerárquico de importancia dentro del conjunto del equipo.

Mediante una reunión realizada junto a un grupo de técnicos encargados del mantenimiento en la planta, se obtuvieron resultados de los cuales se jerarquizan los componentes de la prensa Bucher JLB 20, utilizando la cuantificación de un índice de criticidad “IC”, a partir de la ecuación y ponderaciones de las respuestas obtenidas por los técnicos, según las siguientes tablas.

Constituye la etapa inicial del análisis FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis), ya que permite focalizar los esfuerzos de mantenimiento en los componentes que concentran los mayores riesgos de falla y consecuencias operativas. De esta forma, se asegura que las estrategias preventivas y predictivas que se busca lograr tengan prioridad en estos componentes. Tomando como guía los lineamientos para poder realizar los análisis anteriormente mencionados, el libro: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos

Ecuación 2.1, Índice de criticidad = Frecuencia de Fallas x Consecuencia de las Fallas.

$$IC = FF \times CF$$

Ecuación: Índice de criticidad

Tabla 2-1, Ponderación de Frecuencia de fallas

Frecuencia de Fallas (FF) – Periodo Vendimia		
¿Qué tan frecuente son las fallas del componente?		
Frecuencia de Fallas (FF)	Valor	Descripción periodo de vendimia
Menor o igual a 1 falla en 4 meses	1	Fallas muy poco frecuentes o aisladas.
Entre 2 y 4 fallas en 4 meses	2	Fallas ocasionales o de baja ocurrencia.
Entre 5 y 8 fallas en 4 meses	3	Fallas frecuentes o recurrentes en el periodo.
Más de 8 fallas en 4 meses	4	Fallas muy frecuentes, con ocurrencia casi mensual o semanal.

Fuente: Elaboración propia, sistema de escala que permite definir el criterio de frecuencia de fallos.

La Consecuencia de las Fallas (CF), se determina a partir de la suma del Tiempo de Reparación (TR) más el Impacto Seguridad, Higiene y Ambiente (ISHA) más el Costos de Reparación (CR) más el Impacto al Funcionamiento (IF). Obteniendo finalmente el valor “IC” mediante el uso de la siguiente ecuación.

$$IC = FF \times (TR + ISHA + CR + IF)$$

Ecuación: Índice de criticidad

Tiempo de Reparación (TR), tiempo promedio utilizado para reparar la falla, considerado desde que el componente falla provocando la detención del equipo hasta que este es reparado o reemplazado, habilitando nuevamente el óptimo funcionamiento.

Tabla 2-2, Ponderación de Tiempo de Reparación

Tiempo de Reparación (TR) – Prensa JLB		
¿Cuánto tiempo promedio tarda en reparar la falla del equipo?		
Tiempo de Reparación (TR)	Valor	Descripción
Menor o igual a 3 horas	1	Reparaciones menores o ajustes rápidos (no requieren desmontaje).
Mayor a 3 horas y menor o igual a 6 horas	2	Reparaciones de dificultad media (reemplazo de filtros o electroválvulas).
Mayor a 6 horas y menor o igual a 9 horas	3	Reparaciones prolongadas que requieren desmontaje parcial o calibración.
Mayor a 9 horas	4	Reparaciones críticas o complejas que demandan larga intervención técnica y parada completa del equipo.

Fuente: Elaboración propia, sistema de escala que permite definir el criterio de tiempo de reparación

Impacto de Seguridad, Higiene y Ambiente (ISHA), impacto que genera tanto en el personal como en el medio ambiente, considerado en base a la gravedad que se puede presentar al fallar, reparar o reemplazar el componente dañado.

Tabla 2-3, Ponderación de Impacto de Seguridad, Higiene y Ambiente

Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (ISHA) Prensa Hidráulica JLB		
¿De qué manera impacta en la seguridad, higiene y ambiente?		
Impacto SHA (ISHA)	Valor	Descripción
No existen accidentes laborales ni daños al medio ambiente.	1	Fallas sin riesgo directo: errores de programa o desgaste de componentes plásticos (discos PEHD).

Accidentes leves con daños menores.	2	Fallas con pequeñas fugas hidráulicas o sobrecalentamiento eléctrico sin consecuencias mayores.
Daño reversible al medio ambiente o accidente con daños graves.	3	Fugas de aceite hidráulico (90 L) o fallas en válvulas que generan derrames o riesgos por alta presión.
Daño irreparable al medio ambiente o accidente mortal.	4	Falla catastrófica del sistema hidráulico o eléctrico con proyección de fluido a alta presión o riesgo de electrocución.

Fuente: Elaboración propia, sistema de evaluación de escala que permite definir el criterio de ISHA

Costo de Operación (CO), costo promedio por falla a la producción anualmente, necesario para evaluar el impacto económico en la producción.

Tabla 2-4, Ponderación de Costos de Operación

Costos de Operación (CO) – Periodo de Vendimia		
¿Cuál es el costo de pérdida por mantenimiento del componente?		
Costos de Operación (CO)	Valor	Descripción
Menos de \$1.000.000 CLP	1	Costo bajo, sin impacto relevante en la producción.
Entre \$1.000.001 y \$5.000.000 CLP	2	Costo medio, afecta parcialmente la rentabilidad del proceso.
Entre \$5.000.001 y \$12.000.000 CLP	3	Costo alto, con impacto significativo en mantenimiento o productividad.
Más de \$12.000.000 CLP	4	Costo muy alto, con repercusión directa en la rentabilidad y continuidad operativa.

Fuente: Elaboración propia, sistema de escala que permite definir el criterio de frecuencia de costo de operación.

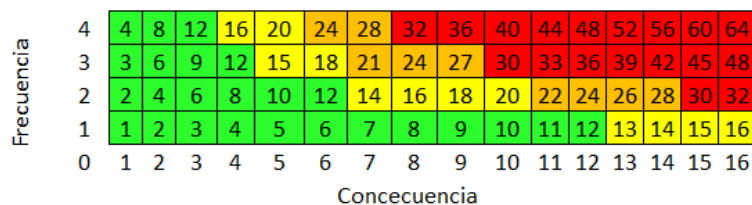
Impacto al Funcionamiento (IF), impacto en el funcionamiento del equipo cuando se genera la falla del componente, logrando evaluar si el equipo puede seguir funcionando a pesar de la falla que se presentó.

Tabla 2-5, Ponderación de Impacto al Funcionamiento

Impacto al Funcionamiento (IF) – Prensa JLB		
¿La falla del componente impacta el funcionamiento del equipo?		
Impacto al funcionamiento (IF)	Valor	Criterio aplicado al caso
No impacta	1	La prensa puede completar el ciclo sin pérdida de capacidad y seguridad.
Impacto parcial	2	La prensa opera más lenta, menor presión o requiere intervención leve.
Impacto total	3	La prensa queda fuera de servicio, se detiene el ciclo y se genera tiempo muerto.
Impacto crítico	4	La falla compromete la integridad del equipo o la seguridad del operador, requiere detención inmediata y mantenimiento mayor.

Fuente: Elaboración propia, sistema de evaluación de confiabilidad escala que permite definir el criterio de impacto al funcionamiento.

Adquirido el valor del Índice de Criticidad de cada componente del equipo. De acuerdo con la matriz de criticidad, se realiza una clasificación de: bajo riesgo (0-12), riesgo medio (13-20), riesgo alto (21-30), riesgo crítico (mayor a 30).



Fuente: Elaboración propia por el modelo de “Matriz de Criticidad propuesta por el modelo MCR”

Figura 2-1. Matriz de criticidad (Frecuencia x Consecuencia)

2.2. Clasificación de componentes críticos según Valor de IC

Se identificaron los componentes críticos, reconociéndolos de manera más específica y detallada, para ello, se calculó el Índice de Criticidad para cada componente, procediendo a clasificarlos según la criticidad correspondiente, como se muestra a continuación.

A continuación, se presenta la Tabla 2-6, que muestra la estructura funcional de la prensa hidráulica y los valores obtenidos para cada componente, clasificados por sistema.

Tabla 2-6. Índice de Criticidad

Componentes de prensa JLB	IC
Tuberías y mangueras hidráulicas (flexibles con racores)	56
Filtro hidráulico de aspiración y retorno	30
Válvula de alivio (de seguridad) – regula presión máxima del circuito	26
Bomba hidráulica (acoplada al motor eléctrico)	24
Automatismo programable (PLC) Bucher / Omron	24
Electroválvulas de dirección y control	20
Sensor de presión de prensado	18
Bastidor superior (chasis superior)	12
Bastidor inferior (chasis inferior o base)	12
Gatos hidráulicos (2 o 4, según el modelo)	12
Bloque hidráulico con válvulas de control	12
Columnas telescópicas (guías verticales del plato)	11
Jaula de prensado (cilindro perforado de acero inoxidable AISI 304)	11
Motor eléctrico trifásico de accionamiento	11
Cuadro eléctrico principal (armario metálico estanco)	11
Bloqueo electromecánico de puerta	10
Limitador de presión hidráulica (soupape de décharge)	10
Tapa o jaula de protección transparente (policarbonato)	9
Depósito de aceite hidráulico	9
Botón de parada de emergencia (E-STOP)	9
Cableado y conectores multipolares	9
Sensor de puerta o microinterruptor de seguridad (jaula)	9
Control bimanual (obliga al operador a usar ambas manos para activar movimiento del plato o jaula)	9
Microinterruptores de seguridad en la jaula protectora	9
Dispositivo de emergencia con enclavamiento	9
Sistema de aislamiento eléctrico (enchufe seccionador)	9
Pupitre de mando o consola de control	8
Interruptores magnetotérmicos	8
Transformador de alimentación 24 V CC	8
Finales de carrera (para límites de movimiento)	8
Bandeja colectora o "maie" (inoxidable)	7
Plato o disco de prensado (PEHD alimentario, desmontable)	7
Disco inferior de drenaje (PEHD, con orificios)	7
Manómetro indicador de presión	7
Sensor de nivel / temperatura de aceite (en algunos modelos)	7
Botón de rearme / puesta en marcha (verde)	7
Cubre-columnas y conos de centrado	6
Pies de apoyo con niveladores	6
Tornillos de fijación y pasadores de guía	6
Tapa superior desmontable para acceso interno	6
Indicador de bloqueo	5
Conector frontal tipo "racor Mácon 40" para drenaje de jugo	5
Bandeja inferior colectora con salida de drenaje	5
Canal de salida con malla filtrante	5
Conductos de evacuación lateral	5
Boquillas o puntos de lavado (manual)	4

Fuente: Elaboración propia de los componentes de jerarquización del sistema hidráulico, Extracto de Anexo 1.

Una vez determinado el grado de criticidad, se obtiene que el componente más crítico que presenta el equipo es “Tuberías y mangueras hidráulicas (flexibles con racores)”. Presentando un alto valor de IC, es por ello, por lo que la utilización del RCM será enfocado en dicho componente.

Tabla 2-7. Índice de Criticidad de los componentes más críticos.

Componentes de prensa JLB		IC
Componentes más críticos	Tuberías y mangueras hidráulicas (flexibles con racores)	56
	Filtro hidráulico de aspiración y retorno	30
	Válvula de alivio (de seguridad) – regula presión máxima del circuito	26
	Bomba hidráulica (acoplada al motor eléctrico)	24
	Automatismo programable (PLC) Bucher, Omron	24
	Electroválvulas de dirección y control	20
	Sensor de presión de prensado	18

Fuente: Elaboración propia en base a método de jerarquización por índice de criticidad.

Según el análisis de criticidad realizado con anterioridad a los componentes de la prensa JLB, se observa que la mayoría de los elementos con mayor Índice de Criticidad (IC) pertenecen directamente al sistema hidráulico de la máquina. Como lo son las tuberías y mangueras hidráulicas, el filtro de aspiración y retorno, la válvula de alivio, la bomba hidráulica y las electroválvulas de dirección y control los cuales demuestran valores de IC que van desde 20 hasta 56 ubicándose en las categorías de riesgo alto y crítico.

Por lo cual estos componentes son esenciales para la generación, control y transmisión de la presión hidráulica donde su función principal que permite el movimiento de la prensa se determina que el sistema hidráulico representa el área de mayor impacto crítico potencial sobre la disponibilidad operativa y la seguridad del equipo.

El desarrollo de los análisis de RCM (Reliability Centered Maintenance) y FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis) se realizará al sistema hidráulico de la prensa JLB, con el fin de identificar los modos de falla más significativos, evaluar sus efectos sobre la operación y establecer estrategias de mantenimiento que aseguren la continuidad del servicio y reduzcan la probabilidad de fallas críticas.

2.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CRÍTICO

El sistema hidráulico de la prensa Bucher JLB forma parte del núcleo principal del equipo encargado de generar, controlar y transmitir la energía necesaria para efectuar los ciclos de prensado. Su principio de funcionamiento se basa en la transmisión de potencia mediante fluido hidráulico presurizado, permitiendo transformar la energía mecánica del motor eléctrico en fuerza lineal aplicada sobre los cilindros de prensado.

El circuito está conformado principalmente por una bomba hidráulica, tuberías y mangueras de alta presión, válvulas de control y seguridad, filtros de aspiración y retorno, y cilindros hidráulicos que ejecutan el movimiento del plato prensador.

Las tuberías y mangueras hidráulicas actúan como los conductos principales del sistema, permitiendo el transporte continuo del fluido a presión entre la bomba, los actuadores y las válvulas de mando. Están fabricadas en caucho sintético reforzado con trenzas metálicas, con revestimiento externo resistente al aceite, al calor y a la abrasión. Sus racores de acero inoxidable aseguran conexiones estancas y seguras con el bloque hidráulico y los componentes terminales.

Durante la operación, el fluido hidráulico presurizado se dirige desde la bomba hacia los cilindros, donde se convierte en fuerza de prensado, para luego retornar al depósito tras completar el ciclo, manteniendo la operación del circuito y la eficiencia energética del sistema. Actuando a una presión de 5-6 bar de empuje sobre la uva.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 01/09/25.

Figura 2-2, Sistema Hidráulico principal de la Prensa JLB 20.

Tabla 2-8. Características del sistema hidráulico.

Parámetro	Valor	Unidad	Observación técnica
Presión de trabajo nominal	7,5	bar	Presión utilizada durante el ciclo normal de prensado
Presión máxima del sistema	9	bar	Limitada por válvula de alivio para protección del sistema
Caudal nominal de la bomba	45	L/min	Determina la velocidad de avance del cilindro
Caudal efectivo en operación	40	L/min	Considera pérdidas internas del sistema
Tipo de bomba hidráulica	Bomba de engranajes	—	Común en prensas industriales por robustez
Capacidad del depósito hidráulico	200	L	Permite correcta disipación térmica
Temperatura normal de operación del aceite	40 – 55	°C	Rango óptimo para mantener viscosidad adecuada
Temperatura máxima admisible del aceite	65	°C	Sobre este valor se acelera degradación del fluido
Viscosidad del aceite hidráulico	ISO VG 46	cSt	Recomendado para operación industrial continua
Velocidad del cilindro (avance)	25	mm/s	Relacionada directamente con el caudal
Velocidad del cilindro (retorno)	30	mm/s	Generalmente mayor que el avance
Fuerza hidráulica máxima estimada	27	kN	Derivada de presión y área efectiva del cilindro
Frecuencia de ciclos hidráulicos	6 – 10	ciclos/h	Dependiente del programa de prensado
Pérdida de presión admisible	0,75	bar	Indicador de condición del sistema
Presión de activación de válvula de alivio	9	bar	Protección contra sobrepresión
Diámetro del cilindro hidráulico	195 (\approx 200)	mm	Calculado a partir de caudal, velocidad y área efectiva

Fuente: Elaboración propia en base a características de manual del equipo.

En condiciones de falla, como ocurrió durante la vendimia 2025, se evidenció que una rotura o fuga en las mangueras hidráulicas puede generar pérdida inmediata de presión, deteniendo por completo el movimiento del plato de prensado y paralizando la producción.

Además, el derrame de aceite representa un riesgo de seguridad para el personal y un riesgo ambiental por contaminación del área de trabajo. Este evento ocasionó una detención total estimada de 267 horas, con pérdidas económicas, motivo por el cual el componente fue clasificado con un índice de criticidad correspondiente a un nivel de riesgo crítico dentro de la matriz de evaluación.

El sistema es el más relevante en la operación de la prensa Bucher JLB, ya que de su correcto funcionamiento depende directamente la disponibilidad operativa, la seguridad del personal y la continuidad del proceso productivo.

2.4. ANÁLISIS FMECA DEL SISTEMA CRÍTICO

2.4.1. Metodología RCM

El proceso de RCM propone realizar siete preguntas básicas acerca de los activos o sistemas que se analizarán.

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre una falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

A medida que se va desarrollando el RCM, aparecen técnicas utilizadas para ir respondiendo las preguntas que se generan previamente. Para responder las primeras cinco preguntas se realiza un FMECA (Análisis de Modos de Fallo, Efectos y Criticidad) el cual se desarrollará posteriormente sobre el equipo seleccionado. Pero para entender cómo realizar el FMECA, se pueden definir los siguientes conceptos para poder realizarlo de manera correcta y eficiente.

2.4.2. Definición de función:

Para poder definir un mantenimiento de acuerdo con los requerimientos de la organización para con sus activos, que es lo que busca que el activo realice y cómo poder preservar este objetivo, es necesario entender y definir las funciones de los activos físicos, así como los parámetros entre los cuales estos operan. Una función consiste en el propósito o el rol que algo desempeña dentro de un sistema o proceso.

Es por esto por lo que se deben describir las funciones, los parámetros de operación y contexto operacional. Si bien las definiciones de función siempre comienzan con un verbo, este sería su función nominal y para lo cual fue diseñado, pero en este contexto es necesario especificar dentro de cada industria, el contexto operacional, y el nivel de funcionamiento que se requiere.

2.4.3. Fallas funcionales:

El límite entre una falla y un funcionamiento aceptable está definido por el estándar de funcionamiento que las organizaciones o usuarios hayan establecido.

Es en este caso que una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.

Las fallas de cualquier activo dependen de su contexto operacional, así como no se debe definir exactamente igual las funciones de activos idénticos, tampoco se deben generalizar las fallas funcionales de cada uno de los activos.

2.4.4. Modos de falla:

El modo de falla se define como cualquier evento que causa una falla funcional, para poder realizar un mejor análisis e identificación es necesario registrar en un listado todas las fallas funcionales y a su vez registrar todos los modos de falla que podrían causar cada falla funcional.

La importancia de determinar los modos de falla es poder realizar y desempeñar un mantenimiento proactivo, tratar las fallas cuando ya han ocurrido es lo que busca un mantenimiento reactivo. Es en esta definición en donde se diferencia el reactivo con el proactivo. En este último los eventos se deben manejar antes de que ocurran. Para ello, se debe saber que eventos son aquellos que pueden ocurrir, y es aquí donde los eventos se traducen en los modos de falla. La esencia debe ser identificarlos antes de que ocurran o antes de que vuelvan a ocurrir. Las tareas de mantenimiento y el manejo de estas son llevadas a cabo al nivel de los modos de falla.

Los modos de falla deben ser definidos con suficiente detalle para una correcta política del manejo de las fallas.

2.4.5. Efectos de falla.

El siguiente paso del RCM consiste en realizar una lista de lo que sucede en el activo al producirse un modo de falla, a esto se le denomina efecto de la falla y describe exactamente lo que ocurre. Cuando un efecto de falla es descrito este debe incluir toda la información que sea necesaria para luego determinar las consecuencias de que se hayan

producido las fallas. La información puede ser la evidencia de que ha ocurrido una falla, la manera en que la falla puede ser una amenaza para la seguridad, medio ambiente, las personas o como afecta a las operaciones, los daños físicos de las fallas y las acciones que pueden tomarse para repararlas.

2.4.6. Cuantificación del riesgo:

Proceso de evaluar y medir el nivel de riesgo asociado con una situación, decisión o actividad. Este proceso implica identificar los riesgos, evaluar su probabilidad de ocurrencia y determinar el impacto que tendrían en caso de que se materialicen.

- **FREC. FALLAS:** Frecuencia anual.
- **MTTR:** Incluye tiempo logístico, de ejecución y puesta en marcha (todo aquel tiempo que no se encuentra operativo).
- **IMP. PROD:** Costos de ineficiencia por hora (pérdida de costos por producción).
- **Costos directos por falla:** Costos de reparar la falla (hh, insumos, repuestos, logística, confinamiento, etc.).
- **IMP.SEG (IMP SHA):** Clasificación A, B, C.
- **IMP.AMB:** Clasificación A, B, C.
- **RIESGO CUANTITATIVO:** $FREC. FALLAS \times (MTTR \times IMP. PROD + COSTOS DIRECTOS POR FALLAS)$.
- **RIESGO CUALITATIVO:** Cualificación del riesgo (*IMP. SEG, IMP. AMB*).
- **GRÁFICO:** Cuantificación de riesgo cualitativo.

2.4.7. Impacto en medio ambiente y seguridad:

- Clasificación A: Alto impacto en ambiente o seguridad ante la ocurrencia del modo de falla.
- Clasificación B: Medio impacto en ambiente o seguridad ante la ocurrencia del modo de falla.
- Clasificación C: Bajo impacto en ambiente o seguridad ante la ocurrencia del modo de fallo.

Clasificación A-A: Riesgo Máximo.

Clasificación A-C, A-B o B-A: Riesgo Medio.

Clasificación B-C o C-C: Riesgo Mínimo.

Tabla 2-9. Análisis FMECA.

Sistema hidráulico de la prensa Bucher JLB															
Generar y transmitir presión mediante aceite hidráulico para accionar los cilindros de prensado, asegurando la fuerza necesaria en cada ciclo de operación de la prensa Baucher JLB.															
#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por periodo.	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año	IMP. SEG	IMP. AMB	Riesgo Cualitativo	Riesgo Económico	Grafico
1.1	No mantiene pierde la presión hidráulica requerida para completar el ciclo de prensado.	1.1.1	Rotura súbita del flexible hidráulico (estallido por sobrepresión, fatiga o golpe)	4	Evidente: Sí (pérdida brusca de presión, aceite visible). Afecta SHA: Sí (derrame de aceite, riesgo de resbalón y contaminación). Efecto operacional (síntomas): el plato de prensado se detiene, ciclo no finaliza, se interrumpe la vendimia. Efecto en el sistema: ingreso de aire al circuito, posible cavitación de la bomba. Acción correctiva: detener prensa, aislar circuito, reemplazar flexible, limpiar zona, purgar sistema.	9,9	\$ 158.594	\$ 402.556	\$246.875	\$ 8.862.179	A	A	AA	3	ZONA ROJA
		1.1.2	Degradación del material del flexible hidráulico por envejecimiento y fatiga mecánica.	2	Evidente: Sí (manchado de aceite en manguera y piso). Afecta SHA: Sí (superficie resbaladiza). Efecto operacional: caída lenta de presión, ciclos más largos, operador debe repetir prensado o pasar a manual. Efecto en el sistema: aumento de temperatura por mayor tiempo de bombeo, consumo anormal de aceite. Acción correctiva: inspeccionar línea, sustituir flexible y abrazaderas, limpieza del área.	5,4	\$ 291.370	\$ 402.556	\$246.875	\$ 4.431.090	B	B	BB	2	ZONA AMARILLA

		1.1.3	Deterioro del o'ring de sellado en racor hidráulico	1	Evidente: Sí (goteo en bloque o en cilindro). Afecta SHA: Moderado (presencia de aceite). Efecto operacional: presión inestable, el PLC puede detener el ciclo por "falta de presión". Efecto en el sistema Fuga de aceite hidráulico en la conexión del flexible. Acción correctiva: reapriete o cambio de racor, purga del circuito, verificación de presión de trabajo.	4,6	\$ 338.619	\$ 402.556	\$246.875	\$ 2.215.545	B	C	BC	1	ZONA VERDE
		1.1.4	Daño mecánico externo del flexible (rozamiento con bastidor, flexible atrapado al bajar la jaula, mala ruta)	1	Evidente: Sí (fuga localizada en punto de roce). Afecta SHA: Sí, posible proyección de aceite. Efecto operacional: detención no planificada del ciclo, necesidad de retirar la jaula para intervenir. Efecto en el sistema: falla repetitiva si no se corrige la ruta del flexible. Acción correctiva: reemplazar flexible, corregir ruta y sujeciones, revisar protección según manual JLB.	3,8	\$ 417.630	\$ 402.556	\$246.875	\$ 2.215.545	A	B	AB	1	ZONA VERDE
1.2	No mantiene la limpieza y flujo adecuado del aceite hidráulico hacia el circuito de presión.	1.2.1	Saturación del elemento filtrante por falta de recambio (fin de vida útil)	3	Evidente / No evidente: al inicio no evidente; luego la prensa tarda más en llegar a presión. Efecto operacional: caída de caudal ciclos más largos o incompletos, posible parada automática por presión insuficiente. Efecto en el sistema: aumento de ΔP en el filtro, mayor exigencia de la bomba aumento de temperatura del aceite. Afecta SHA: no directamente, salvo que se fuerce el sistema. Acción correctiva: detener, reemplazar cartucho/filtro, purgar y probar presión.	8,5	\$ 158.594	\$ 555.821	\$ -	\$ 5.688.586	C	C	CC	2	ZONA AMARILLA

			1.2.2	Contaminación del filtro por ingreso de partículas como agua al circuito (aceite degradado o sucio)	1	Evidente: si puede verse aceite turbio o alarma de filtro (si existe). Efecto operacional: pérdida de rendimiento hidráulico, la prensa no alcanza el programa de prensado en el tiempo previsto, operador debe repetir prensado. Efecto en el sistema: riesgo de que pasen partículas aguas abajo si se abre el bypass desgaste acelerado de válvulas, electroválvulas y sensores. Afecta SHA: bajo, pero hay riesgo de mantenimiento más frecuente. Acción correctiva: cambio de filtro, cambio filtro de aceite, revisión de fuente de contaminación.	8,9	\$ 158.594	\$ 340.314	\$246.875	\$ 2.003.205	B	C	BC	1	ZONA VERDE
			1.2.3	Bypass del filtro o cartucho mal montado o deformado (el filtro "se taponó" y el bypass abrió)	1	Evidente: no siempre (la prensa sigue funcionando). Efecto operacional: la prensa puede seguir, pero entra aceite sin filtrar riesgo de que se vuelvan a presentar fallas en sensores de presión, electroválvulas y válvula de alivio (modos de falla secundarios). Efecto en el sistema: ensuciamiento general del circuito, pérdida de confiabilidad del sistema hidráulico. Afecta SHA: no directamente. Acción correctiva: desmontar filtro, montar elemento correcto, limpiar alojamiento, revisar válvula bypass.	8,6	\$ 158.594	\$ 565.580	\$ -	\$ 1.929.487	C	C	CC	1	ZONA VERDE

1.3	No entrega la señal de presión real al sistema de control.	1.3.1	Pérdida total de señal del sensor (cable cortado, sensor abierto, fallo eléctrico interno)	2	Evidente: Sí (PLC marca 0 bar o “falta de señal”). Efecto operacional: la prensa no inicia o se detiene el ciclo porque “no se alcanza presión”, aunque el sistema si tenga presión. Efecto en el sistema: la bomba trabaja más tiempo intentando alcanzar un valor que el PLC no recibe sobrecalentamiento leve. Afecta SHA: No directamente. Acción correctiva: diagnóstico eléctrico, revisar con manómetro externo, sustituir sensor, probar señal analógica.	9,3	\$ 158.594	\$ 361.452	\$246.875	\$ 4.150.641	C	C	CC	2	ZONA AMARILLA
		1.3.2	Señal errática o intermitente (conector flojo, humedad en ficha, interferencia, falso contacto)	1	Evidente: A veces (presión “salta” en pantalla). Efecto operacional: el ciclo puede detenerse a mitad de prensado por lectura falsa de sobrepresión o de presión insuficiente se pierde el ciclo y hay que reiniciar. Efecto en el sistema: maniobras repetidas de válvulas y electroválvulas desgaste prematuro. Afecta SHA: bajo. Acción correctiva: revisar conectores, limpiar, reapretar, blindar cable, cambiar sensor si persiste.	9,2	\$ 158.594	\$ 479.410	\$ 123.438	\$ 2.056.624	C	C	CC	1	ZONA VERDE
		1.3.3	Sensor descalibrado (lee menos o más que la presión real)	1	Evidente: No siempre (la prensa “funciona” pero distinto). Efecto operacional: si el sensor lee menos, la prensa se queda más tiempo presionando ciclos más largos y menor productividad. Si lee más, el ciclo termina antes prensado incompleto o de calidad no conforme. Efecto en el sistema: operación ineficiente, posible apertura temprana de válvula de alivio. Afecta SHA: No. Acción	9,4	\$ 158.594	\$ 616.548	\$ -	\$ 2.103.365	C	C	CC	1	ZONA VERDE

					correctiva: contrastar con manómetro patrón, recalibrar o sustituir sensor, registrar valor en PLC.											
1.4	Presencia de aire en el circuito que impide mantener presión constante en el sistema hidráulico.	1.4.1	Aire residual tras mantenimiento o reemplazo de componentes (no se purgó correctamente)	2	Evidente: No siempre (la falla se manifiesta después del mantenimiento). Efecto operacional: el ciclo inicia con baja presión o con golpes de ariete al presionar. Efecto en el sistema: daños por impacto hidráulico (válvulas, juntas de cilindros). Afecta SHA: Bajo. Acción correctiva: ejecutar procedimiento de purga completo, verificación con manómetro, revisión de nivel de aceite.	10,4	\$ 153.231	\$ 598.377	\$	\$ 4.368.632	C	C	CC	2	ZONA AMARILLA	
		1.4.2	Nivel de aceite bajo en el depósito hidráulico (entrada de aire por aspiración)	1	Evidente: Parcialmente (nivel bajo visible, ruido característico en bomba). Efecto operacional: pérdida de presión y detención del prensado, necesidad de rellenar el depósito. Efecto en el sistema: cavitación de la bomba, daño en sellos o desgaste interno. Afecta SHA: No directamente, pero el aceite puede espumar y derramarse. Acción correctiva: rellenar aceite, verificar estanqueidad, revisar fuga raíz que provocó la pérdida de nivel.	9,3	\$ 169.922	\$ 531.516	\$ 82.292	\$ 2.199.746	C	C	CC	1	ZONA VERDE	
1.5	No limita la presión del sistema dentro del rango especificado.	1.5.1	Válvula de alivio trabada, cerrada (no abre)	1	Evidente: puede verse sobrepresión en manómetro. Efecto operacional: el sistema intenta presar, pero la presión sube por encima del valor de consigna el PLC puede detener el ciclo por seguridad. Efecto en el sistema: riesgo de rotura de mangueras o fugas en	9,3	\$ 158.594	\$ 517.958	\$ 95.850	\$ 2.094.017	C	C	CC	1	ZONA VERDE	

			puntos débiles (como ya te pasó con los flexibles). Afecta SHA: Sí (sobrepresión posible derrame). Acción correctiva: detener, despresurizar, desmontar válvula, limpiar asiento o sustituirla; verificar ajuste de presión según manual JLB.										
1.5.2	Válvula de alivio abierta, con fuga interna (resorte fatigado, suciedad en asiento)	1	Evidente: la prensa no llega a la presión de programa. Efecto operacional: ciclos incompletos, prensado de mala calidad, operador debe repetir el ciclo aumenta el tiempo de prensado. Efecto en el sistema: la bomba trabaja más tiempo aumento de temperatura del aceite. Afecta SHA: bajo. Acción correctiva: limpieza, cambio de resorte y obturador, prueba de estanqueidad, verificación de presión de apertura.	9,6	\$ 170.793	\$ 682.271	\$ -	\$ 2.327.581	A	A	AA	1	ZONA VERDE
1.5.3	Válvula de alivio mal calibrada, mal regulada (intervención previa, manipulación no autorizada)	1	Evidente: no siempre (la prensa "funciona", pero distinto). Efecto operacional: si está muy baja, la prensa no alcanza la presión de trabajo pérdida de capacidad. Si está muy alta, el sistema trabaja cerca del límite aumenta el riesgo de fugas en mangueras y racores. Efecto en el sistema: operación fuera de parámetros del fabricante. Afecta SHA: potencialmente sí, si opera sobre presionada. Acción correctiva: regular con manómetro calibrado según presión de servicio indicada por el fabricante y sellar regulación para que no la modifiquen.	9,0	\$ 185.026	\$ 693.091	\$ -	\$ 2.364.494	C	C	CC	1	ZONA VERDE

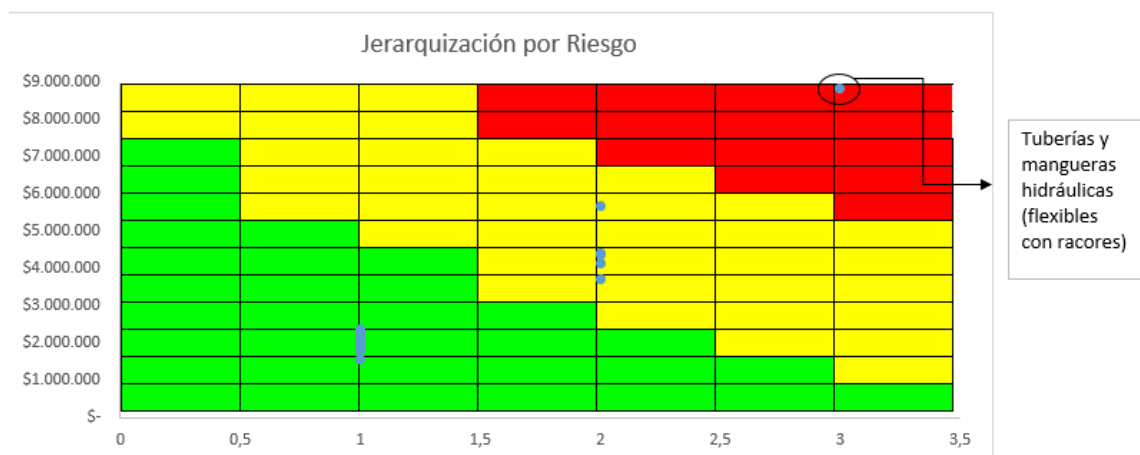
1.6	No conmuta el flujo hidráulico según la señal eléctrica de control.	1.6.1	Bobina eléctrica quemada (sobretensión, recalentamiento, fatiga térmica)	1	Evidente: Sí (válvula no actúa, PLC indica error de posición o presión constante). Efecto operacional: el plato de prensado no sube o baja; ciclo detenido. Efecto en el sistema: el circuito hidráulico queda presurizado sin movimiento riesgo de sobrecalentamiento del aceite o de la bomba. Afecta SHA: No directamente. Acción correctiva: verificar tensión de alimentación, reemplazar bobina, revisar relé y fusibles del circuito.	16,7	\$ 158.594	\$ 1.003.617	\$ 92.469	\$ 3.739.316	B	C	BC	2	ZONA AMARILLA
		1.6.2	Obstrucción interna o contaminación en el núcleo móvil de la válvula (émbolo pegado)	1	Evidente: No siempre (se percibe presión sin movimiento o respuesta lenta). Efecto operacional: retardo en la respuesta de los cilindros ciclos más lentos, posibilidad de detener el programa automático. Efecto en el sistema: el aceite circula con restricción, aumentando temperatura y presión localizada. Afecta SHA: Bajo. Acción correctiva: desmontar válvula, limpiar núcleo y asiento, reemplazar filtros si hay contaminación, revisar calidad del aceite.	9,4	\$ 158.594	\$ 616.000	\$ -	\$ 2.101.496	C	C	CC	1	ZONA VERDE
1.7	No entrega el caudal y presión requeridos para el funcionamiento del sistema hidráulico.	1.7.1	Desgaste interno por fatiga o contaminación del aceite (partículas sólidas, aceite degradado)	1	Evidente: Sí (ruido anormal, pérdida progresiva de presión). Efecto operacional: caída de rendimiento hidráulico, la prensa no completa el ciclo o requiere múltiples intentos. Efecto en el sistema: aumento de temperatura del aceite, cavitación interna, contaminación por desgaste metálico. Afecta SHA: Bajo. Acción correctiva: reemplazo de	9,0	\$ 158.594	\$ 485.347	\$ 106.540	\$ 2.019.231	C	C	CC	1	ZONA VERDE

			bomba, cambio de aceite y filtro, limpieza de circuito.											
1.7.2	Falla mecánica del eje o acople motor-bomba (desalineación, rotura de acople)	1	Evidente: Sí (motor gira, pero no hay presión). Efecto operacional: prensa completamente detenida, sin movimiento del plato. Efecto en el sistema: posible daño por giro en vacío del motor, riesgo de sobrecalentamiento. Afecta SHA: No directamente. Acción correctiva: alinear conjunto, revisar acople, sustituir piezas dañadas, verificar montaje.	8,0	\$ 158.594	\$ 419.582	\$ 106.540	\$ 1.794.872	C	C	CC	1	ZONA VERDE	
1.7.3	Cavitación o aspiración de aire por nivel bajo o entrada de aire en la línea de succión	1	Evidente: Sí (ruido de golpeteo, burbujeo, vibraciones). Efecto operacional: caída de presión, movimiento irregular del plato. Efecto en el sistema: daño progresivo de los elementos internos de la bomba (paletas o engranajes), contaminación del aceite por microburbujas. Afecta SHA: No directamente, pero puede generar derrame si se rompe un sello. Acción correctiva: revisar nivel de aceite, purgar sistema, revisar juntas y línea de succión.	7,0	\$ 158.594	\$ 353.816	\$ 106.540	\$ 1.570.513	C	C	CC	1	ZONA VERDE	
Costo total								\$60.236.165						

Fuente: Elaboración Propia por método de jerarquización de riesgo de FMECA.

2.5. JERARQUIZACIÓN POR RIESGO DE (FMECA) DE LOS MODOS DE FALLA DEL SISTEMA

Debido a los resultados, la jerarquización por riesgo facilita la toma de decisiones informadas sobre las acciones de mantenimiento a ejecutar, organizando los modos de falla según su valor de criticidad, permitiendo identificar y priorizar acciones de prevención y corrección. Los modos de falla que presentan mayor puntuación de criticidad se consideran más críticos, ubicándose en la zona roja. Por ello, se requiere una atención inmediata o casi inmediata. En este caso, el modo de falla más crítico es el de las tuberías y mangueras hidráulicas (flexibles con racores), que es el componente del sistema hidráulico que además de ser el más crítico, como se demostró anteriormente, también presenta un alto riesgo económico, quedando en la zona roja, la cual representa zona crítica.

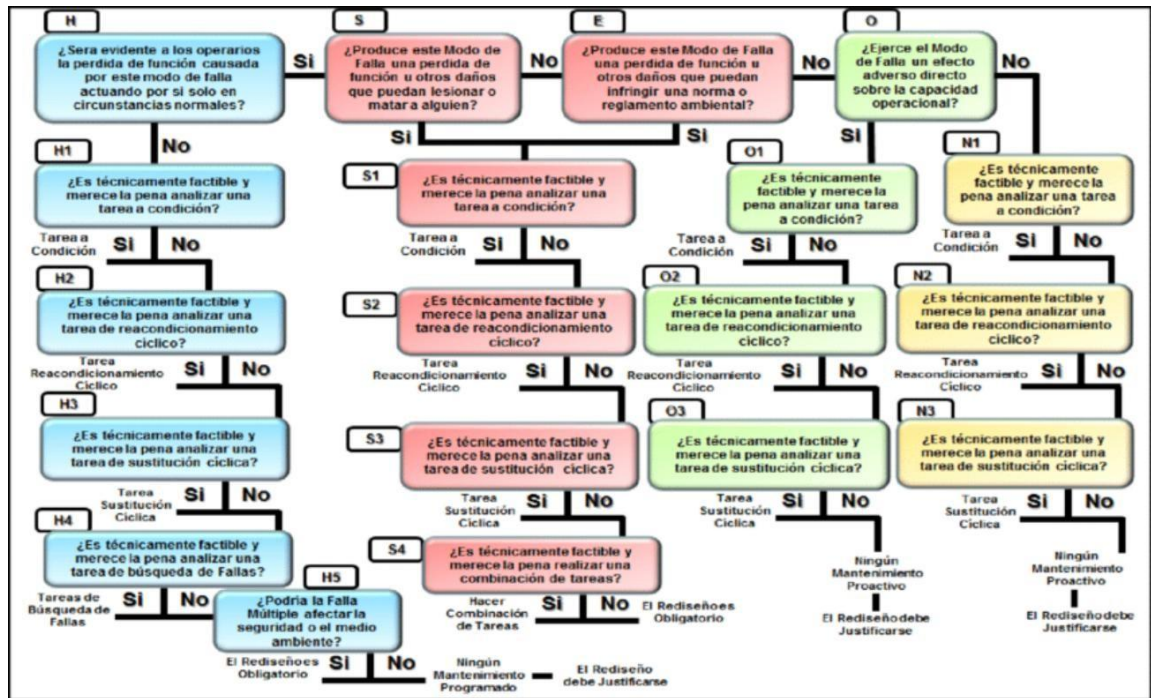


Fuente: Elaboración Propia por método de jerarquización de riesgo de FMECA.

Figura 2-3. Tabla de jerarquización de riesgo FMECA.

2.6.DEFINICION DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y CUANTIFICACION DE ESFUERZOS

Para llevar a cabo la ejecución de actividades de mantenimiento se realiza a través el diagrama de decisión RCM II John Moubray. (Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Madrid, España: 1991.)



Fuente: RCM II John Moubray

Figura 2-4. Diagrama de decisión RCM

La hoja de decisión es una herramienta utilizada para poder observar de forma ordenada las fallas funcionales, así como modos y efectos de falla, para así proponer tareas para dar solución a los problemas que se han detectado.

Para poder realizar la hoja de decisión se debe tomar la información entregada, la cual se compara paso a paso con el árbol de decisión.

Es en esta instancia en donde los modos de falla se analizan uno por uno, identificando si este es evidente para ser detectado por la operación mediante la pérdida de función del activo. Posteriormente, se procede a evaluar según el diagrama de decisión el impacto que tiene el modo de falla, para la seguridad de las personas, del ambiente o el efecto operacional que este genera.

Tabla 2-10. Actividades de mantenimiento empleando Diagrama de decisión RCM.

PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL			PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL		
Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar
Rotura súbita del flexible hidráulico (estallido por sobrepresión, fatiga o golpe)	MPT a condición + Sustitución cíclica	Inspección visual diaria y antes de turno, kit de mangueras críticas disponibles, reemplazo programado por vida calendario	Aire residual tras mantenimiento o reemplazo de componentes (no se purgó correctamente)	Búsqueda de fallas (procedimiento)	Checklist post-intervención con purga obligatoria, validación de presión estable
Fuga progresiva por desgaste/envejecimiento del flexible	MPT a condición	Rondas semanales, limpieza y marcaje de rezumes, cambio al detectar humedad	Nivel de aceite bajo en el depósito hidráulico (entrada de aire por aspiración)	MPT a condición	Ronda diaria de nivel en vendimia, relleno y registro, investigación de fuga raíz
Fuga en racores/acoples del flexible (o'ring dañado, crimpado deficiente, aflojamiento por vibración)	MPT a condición	Verificar par de apriete; cambio de o'ring, prueba de presión y purga	Válvula de alivio trabada, cerrada (no abre)	MPT a condición + Rediseño justificable	Prueba de apertura con manómetro patrón, limpieza de asiento, sellado del ajuste, si se repite: válvula con bloqueo de regulación
Daño mecánico externo del flexible (rozamiento con bastidor, flexible atrapado al bajar la jaula, mala ruta)	Rediseño justificable + MPT	Re-ruteo y protección de mangueras; guías, abrazaderas anti-roce, señalización de atrapamientos	Válvula de alivio abierta, con fuga interna (resorte fatigado, suciedad en asiento)	MP reacondicionamiento cíclico	Cambio de resorte o obturador y juntas, prueba de estanqueidad
Saturación del elemento filtrante por falta de recambio (fin de vida útil)	MP sustitución cíclica	Cambio de cartucho: registro y horas, descarte responsable	Válvula de alivio mal calibrada, mal regulada (intervención previa, manipulación no autorizada)	Búsqueda de fallas (procedimiento)	Auditoría de setpoint, recalibrar a consigna, colocar sello anti-manipulación
Contaminación del filtro por ingreso de partículas como agua al circuito (aceite degradado o sucio)	MPT a condición	Muestreo y análisis básico (partículas/agua), filtrado o recambio de aceite, eliminación de causa	Bobina eléctrica quemada (sobretensión, recalentamiento, fatiga térmica)	MP preventivo eléctrico	Verificación de tensión/corriente y temperatura, recambio preventivo de bobinas críticas
Bypass del filtro o cartucho mal montado o deformado (el filtro "se taponó" y el bypass abrió)	Búsqueda de fallas + MP	Inspección funcional del bypass, limpieza de alojamiento, capacitación de montaje	Obstrucción interna o contaminación en el núcleo móvil de la válvula (émbolo pegado)	MPT a condición	Desmontaje y limpieza, prueba de conmutación, verificación de filtros y limpieza del aceite
Pérdida total de señal del sensor (cable cortado, sensor abierto, fallo eléctrico interno)	MPT a condición	Prueba funcional previa a vendimia con manómetro patrón, revisar cable de la conexión	Desgaste interno por fatiga o contaminación del aceite (partículas sólidas, aceite degradado)	MPT a condición + MP cíclico	Prueba de caudal y presión previa a vendimia, análisis de aceite (metales), plan de recambio si caída >10%,
Señal errática o intermitente (conector flojo, humedad en ficha, interferencia, falso contacto)	MPT a condición	Limpieza y reapriete de conectores, blindaje, reemplazo si persiste	Falla mecánica del eje o acople motor-bomba (desalineación, rotura de acople)	MP cíclico	Alineación y revisión de acople, cambio de elementos elásticos, torque
Sensor descalibrado (lee menos o más que la presión real)	MP cíclico (calibración)	Calibración anual, actualización de offset en PLC, registro	Cavitación o aspiración de aire por nivel bajo o entrada de aire en la línea de succión	MPT a condición	Verificar nivel, manguera de succión y sellos; purga y verificación de NPSH disponible

Fuente: Elaboración propia empleando Diagrama de decisión RCM.

Tabla 2-11. Hoja de decisión RCM

Hoja de Decisión RCM			Sistema/Activo								Sistema N°												Facilitador	Fecha	Hoja
			Sub-Sistema/Componente								Sub-Sistema N°												Auditor	Fecha	De
Referencia de Información			Evaluación de las Actividades				Tipos de Falla según árbol lógico de decisión.												Tareas "A falta de"			Tarea Propuestas	Frecuencia	A Realizar por	
F	FF	MF	H	S	E	O	H1	H2	H3	S1	S2	S3	O1	O2	O3	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	1	1.1.1	No	No	Sí	Sí	No	Si	No	No	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	Inspección de flexibles	Diario	Operador	
2	1	1.1.2	No	No	Sí	Sí	No	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Cambio de filtro hidráulico	Anual	Técnico Mant.	
3	1	1.1.3	No	No	Sí	Sí	No	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Verificación de temperatura y nivel	Semanal	Operador	
4	1	1.1.4	No	No	Sí	Sí	No	Si	No	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	No	No	Monitoreo bomba (ruido y vibración)	Mensual	Técnico Mant.	
5	2	1.2.1	No	Sí	Sí	Sí	No	Si	No	No	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No	No	Si	Calibración válvula alivio	Anual	Técnico Mant.	
6	2	1.2.2	No	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Purgado circuito hidráulico	Según ocurrencia	Técnico	
7	2	1.2.3	No	Sí	Sí	Sí	No	Si	No	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	Reemplazo mangueras ciclico	3 temporadas	Mantenición	
8	3	1.3.1	No	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Limpieza y engrase guías plato	Diario	Operador	
9	3	1.3.2	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Cambio discos PEHD	1 temporada	Mantenición	
10	3	1.3.3	No	No	Sí	Sí	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Reemplazo jaula perforada	Según condición	Mantenición	
11	4	1.4.1	No	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Reapriete de pernos y topes	Trimestral	Técnico	
12	4	1.4.2	No	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Alineación de columnas	Anual	Técnico	
13	5	1.5.1	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Cambio ruedas	Según condición	Mantenición	
14	5	1.5.2	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Reemplazo electroválvula	Anual	Técnico eléctrico	
15	5	1.5.3	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Revisión protecciones eléctricas	Semestral	Electricista	
16	6	1.6.1	No	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Revisión variador de frecuencia	Anual	Electricista	
17	6	1.6.2	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Revisión cableado eléctrico	Semestral	Electricista	
18	7	1.7.1	No	No	Sí	Sí	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	Prueba parada de emergencia	Semanal	Operador	
19	7	1.7.2	No	No	Sí	Sí	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	Prueba enclavamiento jaula	Semanal	Operador	
20	7	1.7.3	No	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Limpieza tapices drenaje	Diario	Operador	

Fuente: Elaboración propia en base a los modos de falla del equipo.

Una vez evaluado cada modo de falla identificado, se procede a la propuesta de las tareas y a decidir quién será el responsable de la ejecución.

Cuando se logran obtener todas las tareas de mantenimiento que serán propuestas en base a la metodología, se procede a evaluar estas para determinar si el plan de mantenimiento propuesto podrá mejorar los índices e indicadores que se quieren revisar y ver el beneficio que la implementación del plan puede producir en la organización.

Como se mostró en la Tabla 2-10. En la cual se presenta un extracto de la hoja de decisión para cada modo de falla que se ha identificado del equipo según el RCM, la programación de cada tarea se ha decidido y establecido en base a las recomendaciones entregadas por el departamento de confiabilidad, así como la evidencia y tareas que ya se están realizando en el equipo, se programan de acuerdo con el formato ya establecido por parte de los departamentos de mantenimiento.

Tabla 2-12. Actividades de mantenimiento RCM

Modo de falla	Acción a ejecutar	Frec.	Pers.	HH	Tarifa	Insumos / Mat. / Serv.	PTTO ANUAL
Rotura súbita del flexible hidráulico (estallido por sobrepresión, fatiga o golpe)	Inspección visual/sensorial de mangueras	4	1	1	\$11.111	\$0	\$44.444
Fuga progresiva por desgaste/envejecimiento del flexible	Reemplazo programado de mangueras críticas	1	2	2	\$11.111	\$380.000	\$424.444
Fuga en racores/acoples del flexible (o'ring dañado, crimpado deficiente, aflojamiento por vibración)	Rondas semanales; limpieza y marcaje	2	1	1	\$11.111	\$0	\$22.222
Daño mecánico externo del flexible (rozamiento con bastidor, flexible atrapado al bajar la jaula, mala ruta)	Verificar par; cambio de o'ring; purga	2	1	1	\$11.111	\$0	\$22.222
Saturación del elemento filtrante por falta de recambio (fin de vida útil)	Re-ruteo y protecciones de mangueras	1	2	2	\$15.000	\$220.000	\$280.000
Contaminación del filtro por ingreso de partículas como agua al circuito (aceite degradado o sucio)	Cambio de cartucho de filtro	3	1	1	\$11.111	\$55.000	\$88.333
Bypass del filtro o cartucho mal montado o deformado (el filtro "se taponó" y el bypass abrió)	Muestreo y filtrado/recambio de aceite	1	1	2	\$15.000	\$100.000	\$130.000
Pérdida total de señal del sensor (cable cortado, sensor abierto, fallo eléctrico interno)	Inspección de bypass; limpieza	1	1	1	\$11.111	\$65.000	\$76.111
Señal errática o intermitente (conector flojo, humedad en ficha, interferencia, falso contacto)	Prueba funcional del sensor de presión	2	1	1	\$14.444	\$5.000	\$33.888
Sensor descalibrado (lee menos o más que la presión real)	Limpieza/reapriete de conectores de sensor	1	1	1	\$14.444	\$0	\$14.444
Aire residual tras mantenimiento o reemplazo de componentes (no se purgó correctamente)	Calibración anual del sensor (PLC)	1	1	1	\$14.444	\$10.000	\$24.444
Nivel de aceite bajo en el depósito hidráulico (entrada de aire por aspiración)	Checklist post-intervención con purga	1	1	1	\$11.111	\$25.000	\$36.111
Válvula de alivio trabada, cerrada (no abre)	Revisión de nivel y relleno de aceite	4	1	0,5	\$11.111	\$30.000	\$52.222
Válvula de alivio abierta, con fuga interna (resorte fatigado, suciedad en asiento)	Prueba de apertura válvula de alivio	2	1	1	\$15.000	\$100.000	\$130.000
Válvula de alivio mal calibrada, mal regulada (intervención previa, manipulación no autorizada)	Reacondicionamiento válvula (resorte/obturador/juntas)	1	1	1,5	\$11.111	\$135.000	\$151.666
Bobina eléctrica quemada (sobretensión, recalentamiento, fatiga térmica)	Auditoría/calibración setpoint válvula	1	1	1	\$15.000	\$50.000	\$65.000
Obstrucción interna o contaminación en el núcleo móvil de la válvula (émbolo pegado)	Verificación eléctrica y recambio de bobina	1	1	1	\$14.444	\$85.000	\$99.444
Desgaste interno por fatiga o contaminación del aceite (partículas sólidas, aceite degradado)	Desmontaje y limpieza de electroválvula	2	1	1	\$11.111	\$10.001	\$32.223
	Prueba de caudal/presión de bomba + análisis de aceite	1	1	1	\$15.000	\$233.338	\$248.338
Falla mecánica del eje o acople motor-bomba (desalineación, rotura de acople)	Alineación y revisión de acople	2	1	1,5	\$11.111	\$75.000	\$108.333
Cavitación o aspiración de aire por nivel bajo o entrada de aire en la línea de succión	Verificación succión / cavitación (NPSH)	1	1	1	\$11.111	\$0	\$11.111
TOTAL							\$2.095.000

Fuente: Elaboración propia en base a propuesta de RCM

2.7.LISTA DE TAREAS A RELIZAR SEGÚN PROPUESTA DE RCM

Tabla 2-13. Ruta de tareas a realizar según decisión de RCM.

N° Código	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras	N° Código	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1 – A	Preparar personal y EPP (charla 5 min , reparto)	0:12:00	—	13 – M	Muestreo de aceite y, o filtrado puntual	0:16:00	12
2 – B	Estacionar el equipo en zona segura	0:05:00	—	14 – N	Prueba funcional de sensor de presión mas limpieza de conectores	0:16:00	10
3 – C	Señalizar área y delimitar (conos, letreros)	0:06:00	2	15 – O	Calibración de sensor (con patrón) y registro en PLC	0:12:00	14
4 – D	Revisión documental: OT, PTS, permisos	0:08:00	2	16 – P	Prueba de apertura y limpieza de válvula de alivio	0:18:00	12
5 – E	Preparar insumos, herramientas, repuestos	0:15:00	2	17 – Q	Auditoría de setpoint y sello antimanipulación válvula	0:10:00	16
6 – F	Bloqueo y etiquetado (LOTO) eléctrico e hidráulico	0:10:00	3,4	18 – R	Cambio de neumático delantero izquierdo	0:45:00	5
7 – G	Verificación de ausencia de tensión (eléctrico)	0:07:00	6	19 – S	Revisión de apriete de pernos críticos (estructura)	0:11:00	9,18,8
8 – H	Cambio de bomba de lubricación central	0:32:00	1,5,6	20 – T	Alineación acople motorbomba (verificación torque)	0:20:00	8
9 – I	Lubricación de puntos manuales	0:18:00	8	21 – U	Prueba de caudal presión hidráulica mas purga de aire	0:20:00	12,15,16,20
10 – J	Revisión de elementos eléctricos (tablero, bornes, bobinas)	0:30:00	7	22 – V	Limpieza general del equipo y del área de trabajo	0:15:00	11,19,21,10
11 – K	Revisión visual estructural (soldaduras, guardas)	0:22:00	3	23 – W	Eliminación y registro de residuos e insumos	0:10:00	22
12 – L	Cambio de cartucho de filtro hidráulico	0:14:00	5,6	24 – X	Cierre: des-LOTO, marcha de prueba 5 min, checklist y cierre de OT en CMMS	0:15:00	21,22,23

Fuente: Elaboración propia en base a propuesta de RCM

El tiempo mínimo total (con dependencias y permitiendo paralelos) es 148 min (2 h 28 min.)

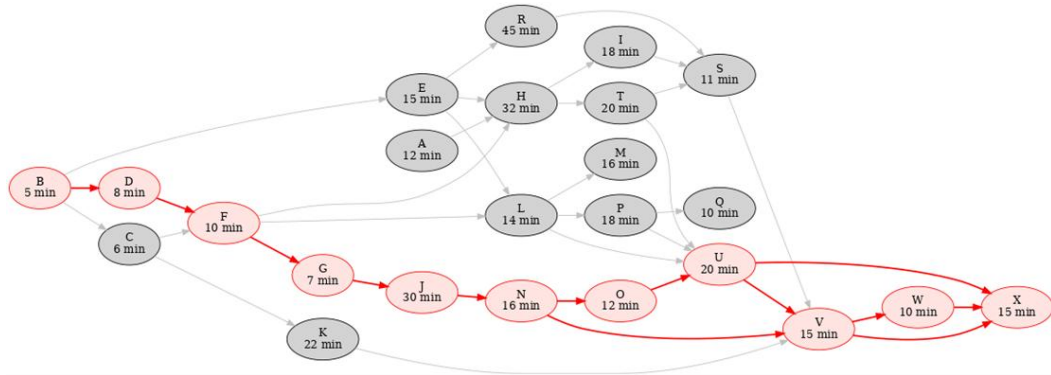
El método de la ruta crítica fue desarrollado a finales de la década de 1950 por James E. Kelley y Morgan R. Walker. El método de la ruta crítica (CPM) se utiliza en la gestión de proyectos para estimar la duración mínima del proyecto y determinar el grado de flexibilidad del cronograma en las rutas de la red lógica dentro del modelo de cronograma. (MANAGEMENT, 2022)

A → B → C → F → G → J → N → O → Q → U → V → W → X

(Estacionar equipo → Revisión documental → LOTO → Verif. ausencia de tensión → Rev. eléctrica → Prueba sensor y limpieza → Calibración sensor → Prueba caudal y

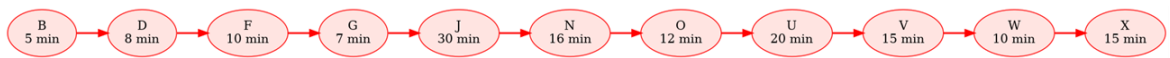
presión, purga → Limpieza general → Gestión de residuos → Cierre, des-LOTO y marcha prueba)

La suma de duraciones de esa secuencia da 148 minutos; las demás tareas pueden ejecutarse en paralelo sin extender el tiempo total. A continuación, se muestra el ejemplo de ruta crítica de las actividades anteriormente mencionadas.



Fuente: Elaboración propia en base a hoja de decisión RCM.

Figura 2-5. Método de ruta crítica de actividades.



Fuente: Elaboración propia en base a hoja de decisión RCM.

Figura 2-6. Ruta crítica de actividades.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL ENFOQUE

RCM

3.1. ANÁLISIS DE LAS RECOMENDACIONES RCM

A continuación, se realiza una evaluación al plan de mantenimiento para aminorar las fallas, de igual manera se presenta un estudio de la evaluación económica de la propuesta del plan de mantenimiento mejorado, enfocado en el equipo Prensa Hidráulica Bucher JLB 20. Se muestra la comparativa y principales ventajas entre el plan de mantenimiento actual y el propuesto, centrado en la confiabilidad, al igual que los resultados esperados por la implementación del Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

El RCM o mantenimiento centrado en la confiabilidad, entrega recomendaciones claves para una óptima efectividad y eficiencia en los mantenimientos planeados. Dichas recomendaciones se basan en identificar las estrategias ideales de mantenimiento para todo equipo o sistema. Analizando las funciones, fallas funcionales, modos de falla y consecuencias de aquellas fallas. El RCM propone implementar tareas de mantenimiento que maximizan la operatividad y a la vez, minimizan costos innecesarios. Esto se logra debido a que se prioriza el mantenimiento proactivo por encima del reactivo, estableciendo tareas de mantenimiento predictivo, preventivo o basado en condiciones específicas que abordan las causas primordiales de las fallas.

La metodología aplicada de RCM II de John Moubray, las actividades de mantenimiento benefician significativamente de la siguiente manera:


- Claridad en las tareas de mantenimiento: Presenta una detallada comprensión de las actividades de mantenimiento a realizar, garantizando la confiabilidad y disponibilidad de los equipos críticos, estableciendo procedimientos claros y precisos para el personal de mantenimiento.
- Orientada a prevenir fallas: Al determinar las actividades preventivas de mantenimiento, la metodología RCM II tiene como objetivo prevenir fallas y, a su vez, maximizar la vida útil de los equipos, reduciendo las detenciones no planificadas y los tiempos de inactividad.
- Optimización de los recursos: Se optimiza el uso de recursos como la mano de obra, repuestos, herramientas y tiempo, logrando evitar el sobre mantenimiento y utilización innecesaria de los recursos.
- Seguridad mejorada: Se establecen protocolos de mantenimiento que mejoran la seguridad operativa, las tareas de mantenimiento desarrolladas correctamente aseguran la reducción de riesgos asociados a equipos mal mantenidos.

- Reducción de costos: Al presentar actividades específicas y comprensibles de mantenimiento, se reducen los costos innecesarios y, a su vez, se maximiza la confiabilidad en los equipos.
- Mejora continua: Las correctas actividades de mantenimiento permiten realizar seguimientos y evaluar de mejor manera la eficacia del plan de mantenimiento, facilitando la identificación de mejoras continuas en los procedimientos y en las gestiones de mantenimiento.

La mejora que logra una empresa al emplear un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) es relevante, debido a que beneficia en distintos aspectos para una empresa. Reduciendo tiempos de mantenimiento, el uso de recursos, gastos innecesarios, sobre mantenimiento y pérdidas por detención del equipo.

Técnica y económicamente es viable, para ello se comprobará a través de un análisis al plan de mantenimiento actual y a la propuesta mejorada, con el objetivo de comparar y evidenciar la efectividad en caso de ser implementada.

3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL

Prensa Bucher JLB 20 Mantenición pre- vendimia		 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Fecha: 07-07-2025</div>			
Notificación de los valores de inspección <ol style="list-style-type: none"> 1. Después de las pruebas anteriores para verificar los componentes, las comprobaciones son suficientes para rellenar el informe de inspección. 2. Incluir las observaciones en el documento FO-029, párrafo 14. 3. Si la inspección es correcta para la próxima cosecha, marcar OK. Puede añadirse un comentario opcional (observación, etc.). 4. Si NO o en caso de duda: marcar HS => un comentario explicativo. 5. Si una función no existe, haga clic en la columna N/A (por ejemplo, sin final de carrera => en la línea 14.14 => N/A). 					
Código	Operaciones	OK	N/A	HS (fuera de servicio)	Comentarios
14.00	Cofre eléctrico	✓			
14.01	Fuga de aceite	✓			
14.02	Nivel de aceite	✓			Drenaje + cambio de filtro
14.03	Topes a bolas	✓			Lubricados
14.04	Aumento de presión	✓			
14.05	Limitador de presión	✓			
14.06	Plato descende recto	✓			
14.07	Plato sube recto	✓			
14.08	Vástagos de los cilindros roscados – contratuerca	✓			
14.09	Bomba hidráulica	✓			
14.10	Componentes hidráulicos	✓			
14.11	Retracción de la jaula de protección	✓			
14.12	Junta de la jaula de protección			✗	Realizar cambios
14.13	Pilotaje (autómata)	✓			
14.14	Seguridad (AU, FdC, ...)		● (N/A)		
14.15	Cambio de las pilas	✓			
14.16	<i>(sin descripción en la imagen)</i>				

Al analizar el plan de mantenimiento actual se identificó la deficiencia de algunas tareas, por ello, se añadieron nuevas actividades que reducirán las fallas frecuentes que presentaba el componente más crítico sistema hidráulico. Asimismo, se evidenciaron distintas actividades, las cuales se modificaron con el objetivo de mejorar el mantenimiento, logrando una mayor efectividad y, a su vez, reducir las mantenciones correctivas, para ello se reprogramaron dichas actividades cambiando la periodicidad de algunas (Cada cuanto tiempo se realizará), se modificaron tareas para que sean más específicas, además los tiempos previstos de ejecución fueron estudiados y modificados dependiendo de la acción a realizar.

Mejorar el plan de mantenimiento actual favorece significativamente a la empresa, impactando positivamente en múltiples áreas clave. Se reduce considerablemente la indisponibilidad del equipo, lo que se traduce en un aumento de productividad y en la capacidad de cumplir con la producción establecida. Al aplicar prácticas de mantenimiento más efectivas, aumenta la vida útil del equipo, permitiendo que la inversión inicial se maximice a lo largo del tiempo.

Además, la optimización en los procesos de mantenimiento conlleva mejorar la eficiencia operativa. Equipos bien mantenidos tienden a operar de manera más fluida y eficiente, lo que no solo mejora el rendimiento, sino que además reduce costos, ya que disminuye la necesidad de reparaciones imprevistas. La seguridad de los empleados es otro aspecto crucial que se ve favorecido al realizar un mantenimiento regular y adecuado, se identifican y corrigen posibles riesgos antes de que puedan causar accidentes, promoviendo un entorno laboral más seguro.

Finalmente, la mejora del plan de mantenimiento facilita y crea una base sólida para la implementación de mejoras continuas al establecer procesos eficientes y efectivos, siendo una inversión estratégica que puede transformar el rendimiento general de la empresa.

3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO MEJORADO

Tabla 3-1, Propuesta plan de mantenimiento mejorado

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PERIODO DE VENDIMIA											Nro 1.	
NOMBRE EQUIPO: PRENSA HIDRAULICA BUCHER			MODELO: JLB 20			ULTIMO MTTO:			PROMEDIO DE HORAS: HRS		REALIZO:	
2025												
SUBCONJUNTO	ELEMENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	ESTADO MÁQUINA	VALORES LÍMITES	EJECUTOR	HERRAMIENTAS	TIEMPO PREVISTO	PERIODICIDAD	TIEMPO 2026	TIEMPO 2027	TIEMPO 2028	TIEMPO 2029
Hidráulico	Bomba hidráulica	Verificar presión y estado general	AHT	180–200 bar	MC	Manómetro	0:15:00	S12	0:15:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00
Hidráulico	Bomba hidráulica	Verificar ruidos de cavitación	MEP	Normal sin cavitación	MC	Estetoscopio	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Hidráulico	Bomba hidráulica	Recircular aceite 10 min (durante detención)	AHT	Flujo uniforme	MC	—	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Hidráulico	Válvulas direccionales	Verificar fugas y estanqueidad	AHT	Sin fugas	MC	Llaves	0:10:00	S12	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Hidráulico	Válvula de alivio	Verificar presión de apertura	AHT	180 bar	GR	Manómetro	0:20:00	S24	0:20:00	0:20:00	0:20:00	0:20:00
Hidráulico	Cilindro hidráulico	Revisar fugas en sello	MEP	Sin fugas visibles	MC	Linterna	0:10:00	S12	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Hidráulico	Cilindro hidráulico	Lubricar guías laterales	AHT	Según manual	MT	Grasa	0:15:00	A01	0:15:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00
Hidráulico	Filtro hidráulico	Cambiar filtro hidráulico	AHT	Cada 6 meses	MC	Llave filtro	0:25:00	S24	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00
Hidráulico	Tanque hidráulico	Chequear nivel de aceite	MEP	Nivel $\geq \frac{3}{4}$	GR	Varilla	0:05:00	A01	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00

Hidráulico	Tanque hidráulico	Verificar humedad del aceite	AHT	Sin emulsión	MC	Jeringa	0:05:00	S12	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Hidráulico	Tanque hidráulico	Cambiar aceite hidráulico	AHT	Cada 500 h	MC	Recipiente	1:00:00	S24	1:00:00	1:00:00	1:00:00	1:00:00
Hidráulico	Mangueras hidráulicas	Inspeccionar grietas y desgaste	MEP	Sin daños	MC	Visual	0:05:00	S12	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Mecánico	Émbolo	Verificar alineación del émbolo	AHT	Desvío ≤ 1 mm	GR	Regla / Calibrador	0:15:00	S24	0:15:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00
Mecánico	Émbolo	Movilización manual durante detención	AHT	Movimiento suave	GR	—	0:10:00	S48	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Mecánico	Guías del émbolo	Limpiar y lubricar	AHT	Según manual	MT	Grasa	0:10:00	A01	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Mecánico	Guías del émbolo	Aplicar anticorrosivo en detención	AHT	Película uniforme	MC	Aceite protector	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Mecánico	Estructura	Revisar pernos y aprietes	AHT	Torque nominal	MT	Llaves	0:20:00	S12	0:20:00	0:20:00	0:20:00	0:20:00
Mecánico	Mesa prensa	Revisar desgaste y planaridad	AHT	Sin deformación	GR	Regla rectificada	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Mecánico	Topes mecánicos	Ajustar carrera y final de recorrido	AHT	Según manual	MC	Llaves / Calibrador	0:12:00	S12	0:12:00	0:12:00	0:12:00	0:12:00
Mecánico	Sistema retorno	Revisar retorno del émbolo	MEP	Retorno continuo	MC	Visual	0:08:00	S12	0:08:00	0:08:00	0:08:00	0:08:00
Mecánico	Bastidor	Revisar corrosión superficial	AHT	Sin corrosión	MT	Cepillo / Paño	0:10:00	S12	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00

Mecánico	Bastidor	Aplicar anticorrosivo (detención)	AHT	Película uniforme	MC	Aceite protector	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Eléctrico	Motor eléctrico	Verificar temperatura	MEP	≤ 60 °C	EL	Termómetro	0:05:00	S12	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Eléctrico	Motor eléctrico	Limpieza de ventilación	AHT	Sin obstrucción	MC	Aire comprimido	0:10:00	S04	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Eléctrico	Motor eléctrico	Energizar brevemente (detención)	AHT	Arranque normal	EL	Tablero	0:05:00	S48	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Eléctrico	Contactores	Revisar desgaste en contactos	AHT	Normal	EL	Multímetro	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Eléctrico	Tablero eléctrico	Revisar conexiones	AHT	Ajustadas	EL	Destornillador	0:15:00	S12	0:15:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00
Eléctrico	Tablero eléctrico	Limpieza interna	AHT	Sin polvo	MC	Aire / Brocha	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
Eléctrico	Sensores	Verificar señal correcta	MEP	Señal estable	MC	Multímetro	0:05:00	S12	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Seguridad	Paro de emergencia	Probar funcionamiento	MEP	Activa	GR	—	0:02:00	A01	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00
Seguridad	Guardas	Revisar integridad	AHT	Íntegra	MC	Visual	0:05:00	S12	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Seguridad	Sensor de carrera	Verificar repetición señal	MEP	Sin fallos	MC	—	0:05:00	S12	0:05:00	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Seguridad	Sistema anticaída	Ensayo de válvula	AHT	Respuesta correcta	GR	Manómetro	0:10:00	S24	0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2, Propuesta plan de mantenimiento mejorado componentes críticos.

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO COMPONENTES CRITICOS									
NOMBRES EQUIPO: PRENSA HIDRAULICA BUCHER			MODELO: JLB 20			ULTIMO MTTO:		PROMEDIO DE HORAS: HRS	
2025									
SUBCONJUNTO	ELEMENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	ESTADO MÁQUINA	VALORES LÍMITES	EJECUTOR	HERRAMIENTAS	TIEMPO PREVISTO	PERIODICIDAD	2026
Eléctrico	Motor bomba	Medir corriente e identificar sobreintensidad	MEP	$A \leq I_n$	EL	Pinza amperimétrica	0:10:00	S12	0:30:00
Eléctrico	Motor bomba	Verificar ventilación y limpieza profunda	AHT	Sin obstrucción	MC	Aire / brocha	0:15:00	S04	0:10:00
Eléctrico	Motor bomba	Revisar aprietes eléctricos y fusibles	AHT	Sin disparos	EL	Destornillador	0:10:00	S12	0:05:00
Eléctrico	Motor bomba	Ensayo de arranque en vacío	MEP	Arranque normal	GR	Pupitre	0:05:00	S12	0:10:00
Hidráulico	Bomba hidráulica	Verificar presión nominal	AHT	180–200 bar	MC	Manómetro	0:15	S12	0:10:00
Hidráulico	Bomba hidráulica	Detectar cavitación	MEP	Sin cavitación	MC	Estetoscopio	0:10	S24	0:05:00
Hidráulico	Bomba hidráulica	Recirculación periódica en detención	AHT	Flujo estable	MC	—	0:10	S24	0:10:00
Eléctrico	Tablero	Revisión profunda de conexiones	AHT	Ajustes correctos	EL	Destornillador	0:15	S12	0:20:00

Eléctrico	Tablero	Limpieza del gabinete	AHT	Sin polvo	MC	Aire / brocha	0:10	S12	0:15:00
Eléctrico	Tablero	Verificación de disyuntores y fusibles	AHT	Sin disparos	EL	Multímetro	0:10	S24	0:05:00
Hidráulico	Tanque	Verificar color y transparencia del aceite	AHT	Transparente	MC	Jeringa	0:05	S12	0:40:00
Hidráulico	Tanque	Revisar nivel	MEP	$\geq \frac{3}{4}$	GR	Varilla	0:05	A01	0:05:00
Hidráulico	Válvulas	Revisar fugas	AHT	Sin fugas	MC	Llaves	0:10	S12	0:10:00
Hidráulico	Filtros	Cambiar cartucho anual	AHT	Cartucho nuevo	MC	Llave filtro	0:20	S24	0:05:00
Hidráulico	Válvula de alivio	Verificar presión de apertura	AHT	180 bar	GR	Manómetro	0:20	S24	0:10:00
Hidráulico	Válvulas direccionales	Verificar estanqueidad	AHT	Sin fugas	MC	Llaves	0:10	S12	0:10:00
Mecánico	Bastidor	Revisar corrosión y realizar limpieza	AHT	Sin corrosión	MC	Cepillo	0:10	S12	0:45:00
Mecánico	Bastidor	Verificar apriete estructural	AHT	Torque nominal	MT	Llaves	0:20	S24	0:20:00

Fuente: Elaboración propia

3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

Tras un análisis detallado de las tareas, se realizaron modificaciones e incorporaciones en el plan de mantenimiento, con el objetivo de mejorar el actual. Para ello, se hizo lo siguiente:

- Reducción de tiempos en la ejecución de las tareas, ya que algunas actividades de mantenimiento se pueden realizar en menor tiempo.
- Eliminación y modificación de tareas, las cuales para la empresa no eran conveniente realizar, debido a que requerían de tiempos de detención del equipo muy prolongadas, generando elevadas pérdidas de producción.
- Los tiempos de periodicidad (cada cuanto se realiza cada tarea) fueron modificados, según el estudio realizado junto a los mecánicos por su experiencia y considerando el manual del fabricante.
- Se agregaron y corrigieron tareas, logrando que fueran más detalladas, debido a que su información no era lo suficientemente clara para quien las ejecutara.
- Se añadieron tareas preventivas para reducir las fallas habituales que presentaban los componentes más críticos, es decir, los que presentaron más fallas durante los años anteriores.

Debido a los puntos mencionados anteriormente, la propuesta del plan de mantenimiento se redujo a 37 horas anuales aproximadamente para la ejecución de todas estas actividades preventivas. Por otra parte, el plan de mantenimiento actual tenía un tiempo total anual para la ejecución de estas actividades de 175 horas teniendo en cuenta los mantenimientos no programados que surgieron durante el periodo.

Tabla 3-3, Descripción siglas periodicidad

AHT	PARADA SIN TENSIÓN	MEP	EN MARCHA EN PRODUCCIÓN
AST	PARADA CON TENSIÓN	MHP	EN MARCHA SIN PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia

3.5.IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD

Tanto en el área de mantenimiento como en el área de producción es fundamental mantener la disponibilidad de los equipos el mayor porcentaje o tiempo posible, con el objetivo de mantener los procesos productivos sin detenciones. Esto no siempre es logrado efectivamente, llevando a consecuencias adversas.

Actualmente la disponibilidad de la prensa BUCHER JLB 20 es de un 75% con el plan de mantenimiento actual.

La optimización y mejora del plan de mantenimiento mediante RCM, propone una mejoría del 17,3% de disponibilidad, dando como resultado final el 92,3%. Esto se traducirá en una menor frecuencia de fallas, además de una mayor capacidad para prever y mitigar posibles averías. Como resultado, se espera una reducción significativa de costos de mantenimiento, al mismo tiempo que se garantiza una mayor continuidad y eficiencia en los procesos productivos.

3.6.FACTIBILIDAD TÉCNICA – ECONÓMICA

La evaluación técnica y económica consiste en comparar los costos y tiempos del mantenimiento actual con aquellos involucrados en la propuesta del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

La aplicación de mejoras siempre implica cambios que deben tener en cuenta la infraestructura existente, los equipos disponibles, los recursos necesarios y cualquier posible limitación técnica.

A continuación, se evidencia la diferencia entre algunos indicadores de mantenimiento entre el plan de mantenimiento actual y el plan de mantenimiento propuesto. Cabe destacar que los valores presentados son estimaciones en ambos casos, al analizar dichos datos se identificarán los beneficios que obtendrá la empresa al implementar el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Tabla 3-4, Comparativa de plan de mantenimiento

	Plan actual sin RCM	Propuesta plan mejorado con RCM componentes críticos	Propuesta plan mejorado con RCM periodo vendimia
N° de fallas esperadas	34	27	27
Tiempo fuera de servicio por falla (minutos)	18.720	4.680	4.680
Horas de ejecución del Pmtto	175	21	16
Porcentaje de planificación de actividades	49,7%	100%	100%
Costo de ineficiencia Clp / año	\$60.236.165	\$33.628.253	\$1.668.228
Costo Pmtto Clp / año	\$ -	\$2.095.000	\$426.772
Costo total	\$60.236.165	\$35.723.253	\$2.095.000
Costo total			\$37.818.253
Beneficio total			\$22.417.912

Fuente: Elaboración propia

Como se observa anteriormente en la tabla, se proyecta el número de fallas al año, dentro del cual el equipo Prensa JLB presentó un total de 34 fallas, debido a esto los componentes críticos identificados presentaron 18.720 minutos en los cuales el equipo estuvo fuera de servicio. En el plan mejorado se estima una presencia de 27 fallas y un tiempo fuera de servicio de 4.680 minutos, en los cuales, con las horas de ejecución de mantenimiento del plan mejorado de 21 horas, donde también se incluirá 16 horas de mantenimiento donde se harán trabajos durante el periodo de vendimia basados en el análisis RCM.

-Plan mejorado con RCM enfocado en componentes críticos.

La aplicación de la metodología de RCM aplicada a los componentes críticos en la cual se alcanza una reducción del número de fallas de 34 a 27 fallas durante el periodo. Por lo cual también el tiempo fuera de servicio de 18.720 minutos disminuye a 4.680 minutos aplicando el análisis RCM.


Las horas de mantenimiento empleadas se reducen de 175 horas anuales en el escenario actual a 21 horas en el periodo. Con la implementación del plan mejorado se logrará alcanzar el 100% de planificación de mantenimiento en relación con el 47,7% que se obtuvo con el plan de mantenimiento actual.

Respecto al coste de ineficiencia asociado a la pérdida de producción, se logrará reducir desde \$60.246.165 CLP/periodo a \$33.628.253 CLP/periodo. Con la incorporación del plan de mantenimiento mejorado, con una estimación en \$2.095.000 CLP/periodo. Con el coste anual de \$35.723.253 CLP/periodo.

-Plan mejorado con RCM aplicado al período de vendimia.


Durante el periodo de vendimia también se realizarán trabajos preventivos en los cuales, con la aplicación del RCM se obtendrá un plan de 16 horas totales durante el periodo en el cual las actividades se esperará el 100% de cumplimiento con los costos de ineficiencia y de inactividad del equipo por el plan mejorado de \$2.095.000CLP durante el periodo, consolidando un total de \$37.818.253 CLP de gasto durante la vendimia, obteniendo un beneficio de \$22.417.912 respecto al plan sin aplicar RCM.

Tabla 3-5, Actividad de mantenimiento

<p>ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO: 1.1.1 INSPECCIÓN, REEMPLAZO Y AJUSTE DE TUBERÍAS Y MANGUERAS HIDRÁULICAS (FLEXIBLES CON RACORES).</p> <p><i>Realizado por: Mecánico</i></p>	
<p>Advertencia: Antes de cualquier intervención, detener y des-energizar el equipo completamente, verificando que no exista presión en el circuito hidráulico. Descargar la presión mediante la válvula correspondiente y colocar candados de seguridad.</p> <p>La manipulación de mangueras y tuberías hidráulicas debe realizarse utilizando guantes anticorte, lentes y herramientas certificadas.</p> <p>La seguridad del técnico y del operador es primordial; cada acción debe ser realizada con las herramientas y elementos de protección personal correspondientes.</p>	
<p>Paso 1: Detener el ciclo, des-energizar el equipo y colocar candados de seguridad. Verificar la presión cero en el circuito hidráulico mediante el manómetro antes de intervenir las mangueras o racores.</p>	
<p>Paso 2: Identificar la manguera o tubería a intervenir. Revisar existencia de fugas, corrosión, grietas, burbujas, desgaste por roce o humedad en el área afectada.</p>	
<p>Paso 3: Con llave fija o llave Allen (según racor), aflojar los extremos del flexible hidráulico. Colocar un recipiente para retener aceite residual y evitar derrames.</p>	
<p>Paso 4: Retirar la manguera dañada. Limpiar la zona de montaje, revisar la rosca del racor y el estado de los sellos. Reemplazar sellos si corresponde.</p>	
<p>Paso 5: Comparar la manguera nueva con la original, verificando longitud, diámetro interno (mm), resistencia a presión y tipo de conexión según especificación del fabricante.</p>	
<p>Paso 6: Instalar la manguera nueva sobre los racores. Asegurar el apriete de ambos extremos utilizando llave fija o dinamométrica según el torque recomendado.</p>	
<p>Paso 7: Verificar el enrutamiento del flexible, asegurándose de que no roce con superficies móviles, bordes o temperaturas elevadas. Ajustar abrazaderas si es necesario.</p>	

Fuente: Elaboración propia


Tabla 3-6, Actividad de mantenimiento

<p>ACTIVI ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO: 1.1.2 LIMPIEZA, INSPECCIÓN Y REEMPLAZO DEL FILTRO HIDRÁULICO DE ASPIRACIÓN Y RETORNO Realizado por: Mecánico</p>	
<p>Antes de cualquier intervención, detener y des-energizar el equipo completamente. Verificar que el aceite hidráulico se encuentre a temperatura segura (< 40 °C). Asegurar presión cero en el circuito utilizando la válvula de descarga correspondiente.</p> <p>La manipulación del filtro debe realizarse con guantes resistentes al aceite, lentes de seguridad y evitando el contacto prolongado con fluidos contaminados.</p> <p>La seguridad del técnico y del operador es primordial; cada acción debe ser realizada con las herramientas y elementos de protección personal correspondientes.</p>	
<p>Paso 1: Detener ciclo, des-energizar el equipo y colocar candados de seguridad. Confirmar presión cero en la línea mediante el manómetro.</p>	
<p>Paso 2: Ubicar el filtro correspondiente (aspiración o retorno). Limpiar superficialmente la carcasa para evitar que entre suciedad al sistema.</p>	
<p>Paso 3: Con llave de filtro o llave adecuada, aflojar la tapa del filtro y retirar el cartucho. Colocar bandeja o recipiente para capturar aceite residual.</p>	
<p>Paso 4: Inspeccionar el cartucho retirado: presencia de sedimentos, partículas metálicas, contaminación por agua (aceite blanquecino), deformación del elemento filtrante.</p> <p>Registrar la condición para diagnóstico futuro.</p>	
<p>Paso 5: Limpiar la carcasa interna con paño libre de pelusas. Revisar el estado de la junta tórica; reemplazarla si está endurecida, deformada o dañada.</p>	
<p>Paso 6: Instalar el cartucho nuevo asegurándose de que coincida con el modelo, micraje y especificación del fabricante de la prensa JLB. Lubricar ligeramente la junta con aceite limpio.</p>	
<p>Paso 7: Recolocar la tapa del filtro y ajustar utilizando llave de filtro o torque especificado. Evitar sobreapriete para no dañar la rosca o el sello.</p>	
<p>Paso 8: Energizar el equipo en modo manual y poner en marcha la bomba durante algunos segundos. Verificar ausencia de fugas en la carcasa del filtro y en las uniones cercanas.</p>	

Paso 9: Revisar presión de operación y asegurarse de que el flujo hidráulico sea estable. Registrar valores en el historial de mantenimiento.
Paso 10: Colocar el equipo en modo automático y realizar un ciclo completo para garantizar funcionamiento normal del sistema hidráulico.

Fuente: Elaboración propia


Tabla 3-7, Actividad de mantenimiento

<p>ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO: 1.1.3 VERIFICACIÓN, LIMPIEZA Y AJUSTE DE LA VÁLVULA DE ALIVIO (DE SEGURIDAD) <i>Realizado por: Mecánico</i></p>	
<p>Antes de cualquier intervención, detener y desenergizar completamente el equipo. Verificar presión cero en el circuito hidráulico mediante la válvula de descarga. La válvula de alivio trabaja con presión elevada; manipularla incorrectamente puede causar fugas repentinas o liberación brusca de energía.</p>	
<p>La seguridad del técnico y del operador es primordial; cada acción debe ser realizada con las herramientas y elementos de protección personal correspondientes.</p>	
<p>Paso 1: Detener el ciclo, desenergizar la prensa y colocar candados de seguridad. Verificar presión cero en el sistema utilizando el manómetro del circuito hidráulico.</p>	
<p>Paso 2: Ubicar la válvula de alivio en la unidad hidráulica y limpiar superficialmente la zona para evitar ingreso de contaminantes.</p>	
<p>Paso 3: Con llave adecuada, retirar la tapa protectora del tornillo de ajuste de la válvula de alivio. Inspeccionar estado de la tapa y del sello.</p>	
<p>Paso 4: Aflojar cuidadosamente la contratuerca del tornillo de regulación. No realizar ajustes bruscos para evitar descalibraciones severas.</p>	
<p>Paso 5: Verificar estado interno de la válvula retirando sedimentos visibles, partículas o pequeños restos metálicos que puedan afectar su funcionamiento. Limpiar con paño sin pelusas.</p>	
<p>Paso 6: Ajustar la presión de alivio girando el tornillo de regulación: Girar en sentido horario: aumenta presión de apertura. Girar en sentido antihorario: disminuye presión de apertura. Realizar ajustes pequeños (1/8 de vuelta por vez).</p>	
<p>Paso 7: Apretar nuevamente la contratuerca y reinstalar la tapa protectora.</p>	
<p>Paso 8: Energizar la prensa en modo manual y realizar una prueba de presión hasta alcanzar el punto de alivio, verificando que la válvula opere en el rango especificado por el fabricante.</p>	

Paso 9: Revisar que no existan fugas en el cuerpo de la válvula, en las conexiones o en los sellos. Registrar presión de apertura.
Paso 10: Colocar la prensa en modo automático y ejecutar un ciclo completo confirmando estabilidad del circuito hidráulico.

Fuente: Elaboración propia


Tabla 3-8, Actividad de mantenimiento

<p>ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO: 1.1.4 INSPECCIÓN, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE LA BOMBA HIDRÁULICA</p> <p><i>Realizado por: Mecánico</i></p>	
<p>Antes de intervenir la bomba hidráulica, detener completamente el ciclo de la prensa, desenergizar el equipo y aplicar candados de seguridad. Verificar que el aceite hidráulico se encuentre a temperatura segura y que la presión del circuito sea igual a cero antes de desconectar cualquier unión. La seguridad del técnico y del operador es primordial; toda acción debe ser realizada con las herramientas y elementos de protección personal correspondientes.</p>	
<p>Paso 1: Detener el ciclo, desenergizar la prensa y colocar candados de seguridad. Confirmar presión cero en la línea mediante el manómetro antes de intervenir la bomba.</p>	
<p>Paso 2: Ubicar la bomba hidráulica acoplada al motor eléctrico. Limpiar la superficie externa para evitar contaminación durante la intervención.</p>	
<p>Paso 3: Revisar visualmente el estado del acoplamiento entre motor y bomba, verificando ausencia de vibraciones anómalas, desgaste del acople y alineación correcta.</p>	
<p>Paso 4: Inspeccionar todas las conexiones hidráulicas que llegan y salen de la bomba. Verificar que no existan fugas en racores, flexibles o uniones.</p>	
<p>Paso 5: Con llave adecuada, revisar el ajuste de los pernos de fijación de la bomba a la estructura o bancada, asegurando que no existan aflojamientos.</p>	
<p>Paso 6: Verificar el nivel de aceite en el tanque hidráulico y su estado general (color, presencia de partículas o espuma). En caso de contaminación, programar su reemplazo.</p>	
<p>Paso 7: Energizar el equipo en modo manual y activar brevemente la bomba para evaluar ruido, vibración y presión inicial. Detener inmediatamente si se detectan anomalías.</p>	

Paso 8: Medir presión de descarga de la bomba con manómetro calibrado, comparando el valor con el rango especificado por el fabricante de la prensa JLB.
Paso 9: Verificar temperatura de operación de la bomba colocando termómetro infrarrojo en el cuerpo. Registrar si la temperatura excede valores normales de trabajo.
Paso 10: Verificar estanqueidad posterior a la prueba, asegurándose de que no existan fugas en la carcasa, sello mecánico o conexiones. Registrar cualquier hallazgo.
Paso 11: Colocar nuevamente el equipo en modo automático y realizar un ciclo completo de prensado, confirmando estabilidad de presión y ausencia de ruidos mecánicos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-9, Actividad de mantenimiento

<p>ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO: 1.1.5 INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE ELECTROVÁLVULAS DE DIRECCIÓN Y SENSOR DE PRESIÓN DE PENSADO</p> <p><i>Realizado por: Mecánico</i></p>	
<p>Antes de cualquier intervención, detener el ciclo de la prensa, desenergizar completamente el equipo y colocar candados de seguridad. Asegurar presión cero en el circuito hidráulico antes de manipular electroválvulas o sensores que estén conectados directamente al sistema de control de presión.</p> <p>La seguridad del técnico y del operador es primordial; cada acción debe ser realizada con las herramientas y elementos de protección personal correspondientes.</p>	
<p>Paso 1: Detener ciclo, desenergizar el equipo y aplicar candados de seguridad. Confirmar presión cero mediante el manómetro del circuito hidráulico.</p>	
<p>Paso 2: Ubicar el conjunto de electroválvulas de dirección y control. Limpiar la superficie externa para evitar contaminación durante la intervención.</p>	
<p>Paso 3: Verificar el estado físico de las electroválvulas: revisar presencia de aceite, suciedad o corrosión, comprobar integridad de bobinas eléctricas, revisar cableado y conectores. Registrar cualquier anomalía.</p>	
<p>Paso 4: Desconectar los conectores eléctricos de la electroválvula y verificar continuidad de la bobina con multímetro. Comparar valores con las especificaciones del fabricante.</p>	
<p>Paso 5: Con llave adecuada, retirar la electroválvula del bloque hidráulico y revisar los O-rings o juntas internas. Reemplazar si presentan desgaste o endurecimiento.</p>	

Paso 6: Limpiar el alojamiento de la electroválvula con paño sin pelusas, eliminando partículas o residuos que puedan afectar la conmutación del carrete interno.
Paso 7: Ubicar el sensor de presión de prensado. Limpiar el área para evitar ingreso de suciedad.
Paso 8: Desconectar los conectores eléctricos del sensor y verificar continuidad, resistencia o señal eléctrica según corresponda (0–10 V, 4–20 mA). Asegurar que la lectura sea estable.
Paso 9: Con llave adecuada, retirar el sensor y revisar la rosca, el asiento y el orificio de medición, verificando que no existan obstrucciones.
Paso 10: Limpiar cuidadosamente el puerto de presión utilizando aire comprimido a baja presión o paño sin pelusas. Nunca introducir objetos metálicos en el orificio.
Paso 11: Reinstalar el sensor de presión con el torque recomendado por el fabricante y conectar nuevamente sus terminales eléctricos.
Paso 12: Energizar el equipo en modo manual. Activar electroválvulas individualmente verificando: conmutación correcta, ausencia de ruidos extraños, respuesta rápida y estable.
Paso 13: Observar lectura del sensor de presión en pantalla o PLC, comprobando su estabilidad y exactitud durante un ciclo en vacío.
Paso 14: Ejecutar un ciclo automático de prensado, verificando que: la presión del circuito sea la correcta, las electroválvulas direccionen el flujo sin retardos, no existan fugas ni fallas de señal.

Fuente: Elaboración propia

3.7. ANALISIS TÉCNICO - ECONÓMICO DE RENTABILIDAD

Al analizar la prefactibilidad técnica y económica, se evidencian indicadores positivos que favorecen y respaldan la implementación de la propuesta del plan de mantenimiento en la empresa. Basado en aumentar la disponibilidad de las fresadoras, por lo que al basarse en los datos es posible implementar esta propuesta.

Puntos primordiales por considerar en esta evaluación técnica – económica son la reducción de tiempos fuera de servicio por mantenimientos no programados, además de la disminución de futuras fallas que afecten la producción. En este sentido, la propuesta permite reducir el número de fallas en un 20,6%, pasando de 34 a 27 eventos anuales, lo que impacta directamente en la continuidad operacional del equipo. Estos indicadores favorecerán para evaluar la efectividad al implementar el RCM, con el objetivo de fortalecer la seguridad de los riesgos operativos asociados al equipo.

En la siguiente tabla se presenta la comparación de disponibilidad del equipo, con el plan de mantenimiento actual que posee la empresa y la propuesta del plan de mantenimiento mejorado:

Tabla 3-10, Tabla comparativa de Disponibilidad.

TABLA DE DISPONIBILIDAD								
Equipo	Sistema	N° de Fallas	Tiempo Detenido (min)	Tiempo disp. (min)	MTBF (min)	MTTR (min)	Disponibilidad	
Prensa JLB 20	Hidráulico	34	18.720	56.160	1.652	551	75,0%	Con PMtto actual
Prensa JLB 20	Hidráulico	27	4.680	56.160	2.080	173	92,3%	Con PMtto mejorado
							17,3%	Diferencia en aumento de Disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la tabla se puede evidenciar el porcentaje de mejora en la disponibilidad del equipo, esto se debe a que se reducirían las fallas más críticas ocurridas en los años anteriores y a su vez se reducen los tiempos de parada, dando como resultado una mejora en la disponibilidad del 17,3 %. Desde el punto de vista económico, la implementación de la propuesta genera un ahorro estimado de \$ 22.417.912 anuales, producto de la disminución de fallas y la optimización de los costos de mantenimiento, lo que refuerza la viabilidad de la propuesta.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Al utilizar la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), es primordial para comprender la criticidad de los equipos, que se encuentran dentro de una empresa. Esto facilita la definición de actividades de mantenimiento orientadas a garantizar la funcionalidad del activo. Para optimizar el plan de mantenimiento, fue fundamental trabajar en conjunto con el equipo de mantenimiento de Viñedo Familia Chadwick, integrado por el jefe de mantenimiento y los técnicos mantenedores. Mediante reuniones junto al equipo de mantenimiento e información que mantenían como el historial de fallas, se recopiló lo necesario sobre el proceso productivo, fallas recurrentes, costos asociados a las fallas, repuestos a reemplazar o utilizar, entre otros.

Con estos datos, se determinaron los criterios de evaluación y se jerarquizó los equipos del periodo de vendimia, según su criticidad, identificando el equipo “Prensa Hidráulica BUCHER JLB 20”, como el más crítico de la planta.

A través de un análisis de criticidad, se identificaron los componentes que más inconvenientes presentaron, resultando que los componentes más críticos, pertenecen al sistema hidráulico, del equipo por lo cual se realiza el análisis RCM dicho sistema. Mediante el uso del FMECA fue fundamental para reconocer la función, fallas funcionales, modos de falla y sus impactos del componente crítico. Debido a esta información, se propusieron e implementaron mejoras en el plan de mantenimiento existente, permitiendo prevenir o mitigar fallas funcionales, que podrían detener la producción.

El análisis FMECA, evidenció que existían varios puntos que faltaban mejorar en el mantenimiento, destacando que existían actividades de mantenimientos, los cuales no serían realizados por los técnicos, debido a que requerían de mucho tiempo de parada, lo cual para la empresa no era conveniente.

Una vez realizado el análisis técnico – económico, comparando el plan de mantenimiento actual con la propuesta del plan de mantenimiento mejorada, da a conocer el beneficio económico de \$22.417.912 CLP anuales, aproximadamente, con una reducción del 20,6% en el número de fallas y una mejora en la disponibilidad del equipo del 17,3%. Asimismo, se observa una disminución significativa en los tiempos fuera de servicio, lo que impacta directamente en la continuidad del proceso productivo.

Recomendaciones

Se recomienda implementar de manera formal el plan de mantenimiento basado en RCM en la Prensa Hidráulica BUCHER JLB 20, priorizando los componentes críticos del sistema hidráulico.

Establecer un sistema de seguimiento de indicadores de mantenimiento, tales como MTBF, MTTR y disponibilidad, para evaluar continuamente el desempeño del plan implementado.

Extender la aplicación de esta metodología a otros equipos de la planta, con el fin de mejorar la confiabilidad global del proceso productivo.

Capacitar al personal de mantenimiento en metodologías de análisis de fallas como RCM y FMECA, para asegurar la correcta ejecución y sostenibilidad de la estrategia propuesta.

Tener una constante de mejora actualizando el historial de fallas y costos asociados, con el fin de facilitar futuras evaluaciones técnico-económico y procesos de mejora continua.

Bibliografía

- (BSI), I. B. (2016). Norma BS EN ISO 14224. *Industrias del petróleo, petroquímica y del gas natural — Recopilación e intercambio de datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos (ISO 14224:2016)*. Institución Británica de Normas (BSI).
- G11, S. M. (2002). *SAE JA1012*. New York.
- Gasca, M., Camargo, L., & Medina, B. (s.f.). Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en. *Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en*. Universidad Antonio Nariño, Research in Energy and Materials, Santa Marta, Colombia.
- González Gómez, J. I. (s.f.). *jggomez.eu*. Obtenido de <http://jggomez.eu/K%20Informatica/3%20Excel/03%20Mis%20Temas/B%20BD%20y%20TD/TD%20III%20Pareto%20e%20Intervalos.pdf>
- Group, W. M., & University of Warwick, Coventry. (s.f.). *Failure Modes, Effects & Criticality*. Coventry CV4 7AL, Reino Unido.
- MANAGEMENT, I. P. (15 de Agosto de 2022). *Institute Project Management*. Obtenido de <https://instituteprojectmanagement.com/blog/critical-path-method/>
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control*. Ciudad de México: 2009.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Madrid, España: 1991.
- Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. (2015). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*.
- Romero, M. T. (s.f.). Diseño y aplicación de un Análisis de Criticidad. *Diseño y aplicación de un Análisis de Criticidad, interpretación de resultados y planes de acción sugeridos*. Colaboradora de WIRAM.
- Sifonte, J. R. (2018). Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). *Norma SAE JA1011 – Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)*.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristianpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista Chilena de Ingeniería*.

Anexos

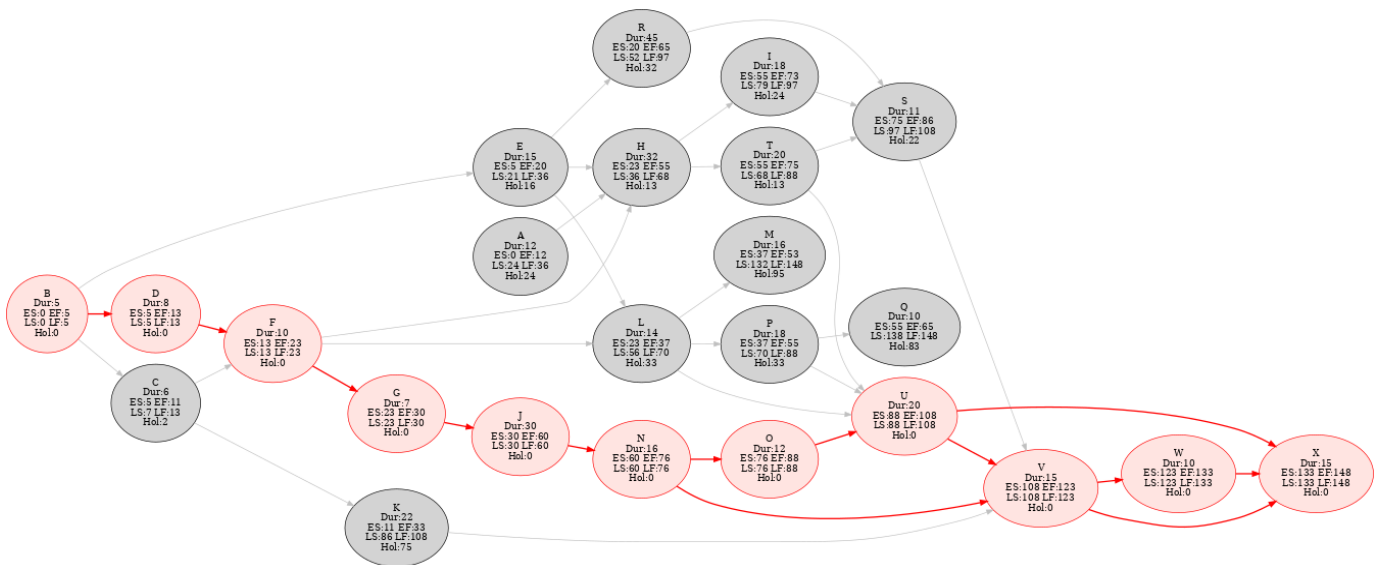
Anexo 1: Tabla de jerarquización de componentes prensa JLB.

Sistemas	Componentes de prensa JLB	FF	TR	ISHA	CR	IF	IC
Estructura mecánica	Bastidor superior (chasis superior)	1	4	2	3	3	12
	Bastidor inferior (chasis inferior o base)	1	4	2	3	3	12
	Columnas telescópicas (guías verticales del plato)	1	3	2	3	3	11
	Cubre-columnas y conos de centrado	1	2	1	1	2	6
	Pies de apoyo con niveladores	1	2	1	1	2	6
	Jaula de prensado (cilindro perforado de acero inoxidable AISI 304)	1	3	2	3	3	11
	Bandeja colectora o "maie" (inoxidable)	1	2	1	2	2	7
	Plato o disco de prensado (PEHD alimentario, desmontable)	1	2	1	2	2	7
	Disco inferior de drenaje (PEHD, con orificios)	1	2	1	2	2	7
	Tornillos de fijación y pasadores de guía	1	2	1	1	2	6
Tapa o jaula de protección transparente (policarbonato)	1	2	2	2	3	9	
Sistema hidráulico	Gatos hidráulicos (2 o 4, según el modelo)	1	3	3	3	3	12
	Bomba hidráulica (acoplada al motor eléctrico)	2	3	3	3	3	24
	Motor eléctrico trifásico de accionamiento	1	3	2	3	3	11
	Bloque hidráulico con válvulas de control	1	3	3	3	3	12
	Depósito de aceite hidráulico	1	2	3	2	2	9
	Válvula de alivio (de seguridad) – regula presión máxima del circuito	2	3	3	3	4	26
	Electroválvulas de dirección y control	2	2	2	2	4	20
	Manómetro indicador de presión	1	2	2	1	2	7
	Filtro hidráulico de aspiración y retorno	3	2	2	2	4	30
	Tuberías y mangueras hidráulicas (flexibles con racores)	4	4	3	3	4	56
Sensor de presión de prensado	2	2	2	2	3	18	
Sensor de nivel / temperatura de aceite (en algunos modelos)	1	2	2	1	2	7	
Sistema eléctrico y de control	Cuadro eléctrico principal (armario metálico estanco)	1	3	2	3	3	11
	Automatismo programable (PLC) Bucher / Omron	2	3	2	3	4	24
	Pupitre de mando o consola de control	1	2	2	2	2	8
	Botón de parada de emergencia (E-STOP)	1	2	3	1	3	9
	Botón de rearme / puesta en marcha (verde)	1	1	2	1	3	7
	Interruptores magnetotérmicos	1	2	2	1	3	8
	Transformador de alimentación 24 V CC	1	2	2	1	3	8
	Cableado y conectores multipolares	1	2	2	2	3	9
	Sensor de puerta o microinterruptor de seguridad (jaula)	1	2	3	1	3	9
Finales de carrera (para límites de movimiento)	1	2	2	1	3	8	
Sistema de control de seguridad	Control bimanual (obliga al operador a usar ambas manos para activar movimiento del plato o jaula)	1	2	3	1	3	9
	Microinterruptores de seguridad en la jaula protectora	1	2	3	1	3	9
	Bloqueo electromecánico de puerta	1	2	3	2	3	10
	Dispositivo de emergencia con enclavamiento	1	2	3	1	3	9
	Sistema de aislamiento eléctrico (enchufe seccionador)	1	2	3	1	3	9
	Limitador de presión hidráulica (soupape de décharge)	1	2	3	2	3	10
Sistema de drenaje y limpieza	Indicador de bloqueo	1	1	1	1	2	5
	Conector frontal tipo "racor Mâcon 40" para drenaje de jugo	1	1	1	1	2	5
	Bandeja inferior colectora con salida de drenaje	1	1	1	1	2	5
	Canal de salida con malla filtrante	1	1	1	1	2	5
	Conductos de evacuación lateral	1	1	1	1	2	5
	Boquillas o puntos de lavado (manual)	1	1	1	1	1	4
Tapa superior desmontable para acceso intern	1	2	1	1	2	6	

Anexo 2. Problemas presentados en Prensa JLB durante vendimia 2025

Problema	Nº Fallas	Horas totales	Hora Falla
Fuga en flexible hidráulico	8	79	9,9
Filtro hidráulico obstruido	5	43	8,6
Sensor de presión defectuoso	4	37	9,3
Aire en el circuito	3	30	10,0
Válvula de alivio defectuosa	3	28	9,3
Electroválvula quemada	3	26	8,7
Bomba hidráulica dañada	3	24	8,0
Error en programa automático	2	23	11,5
Tapices de drenaje obstruidos	2	12	6,0
Desgaste de discos PEHD	1	10	10,0

Anexo 3. Método de ruta crítica de actividades según hoja de decisión de RCM.

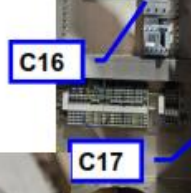
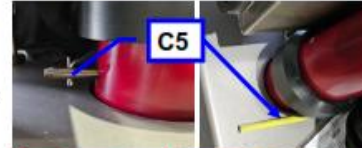


Anexo 4. Actividades de mantenimiento.

C - Control visual.

Antes de efectuar cualquier acción en la prensa:

1. Comprobar si hay fugas visibles en la parte superior de la placa.
2. En caso de fuga, desatornillar la chapa de protección lateral sin retirar por completo los tornillos de arriba.
3. Bascular la chapa y fijarla abierta para ver las conexiones hidráulicas de los cilindros y del presostato.
4. Comprobar el estado de los tubos flexibles: desgaste y polvo de caucho.
5. Comprobar la presencia de los pasadores en las columnas para controlar el apriete de las tuercas.
6. Comprobar todos los aprietes de las tuercas de las columnas de guía.
7. Comprobar el apriete de los vástagos de cilindros.
8. Con la jaula arriba, comprobar el encolado de la junta de la parte inferior de la jaula de protección.
9. Con los cilindros metidos (jaula y placa), comprobar el nivel de aceite, que debe estar al nivel máximo.
10. Hacer funcionar la prensa en vacío para comprobar la subida y el descenso de la placa y de la jaula de protección antisalpicaduras.
11. En modo manual, controlar la bajada de la placa:
 - La placa baja hasta el final de su recorrido.
 - A continuación, la presión aumenta hasta alcanzar 213B máx.
 - Después superamos la presión hasta 250B: un limitador de presión evita que suba la presión cerrando entre la salida de bomba y el retorno al depósito (sistema de válvula interna en el circuito hidráulico).
12. Comprobar en el cuadro eléctrico el apriete de los cables o hilos.
13. Comprobar que los componentes estén bien conectados y apretados.
14. Comprobar la presencia de una abrazadera en el convertidor eléctrico BREVINI ARON de la válvula proporcional de la central (la abrazadera pasa bajo la base que está fijada al riel).
15. Comprobar el estado del cable eléctrico y del enchufe.
16. Desconectar y accionar los interruptores.
17. Comprobar el relé Finder: si la parte del relé translúcida está tiznada (presencia oscura), cambiar los relés.
18. Comprobar que las cajas de bolas estén bien centradas respecto a los orificios de la chapa del tablero.
19. Comprobar que las bolas suban todas levantando la bandeja.

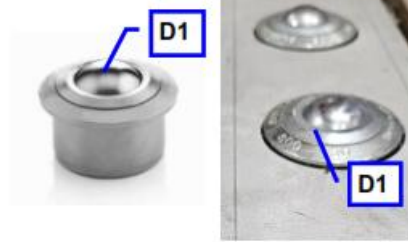


Anexo 5. Actividades de mantenimiento.

D - Revisión y sustitución periódica.

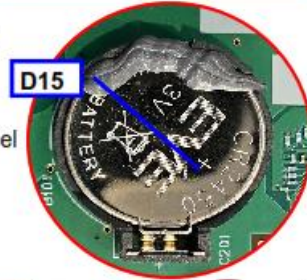
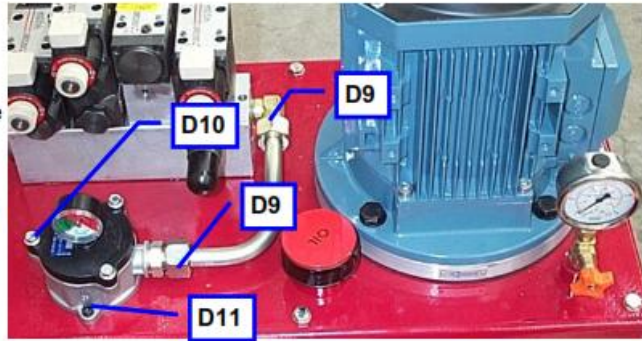
Cada año, después de la cosecha y de limpiar a fondo la prensa, conviene hacer el siguiente mantenimiento :

1. Sacar todas las bolas con su soporte mediante un imán.
2. Poner las bolas en un cubo limpio.
3. Cubrir las bolas con aceite alimentario hidráulico.
4. Dejarlas a remojo una hora.
5. Escurrir las bolas sin secarlas.
6. Volver a poner las bolas en su sitio. Así no se producirá oxidación durante la hibernación.
7. Al inspeccionar la junta de la jaula, si la junta está despegada, volver a aplicar cola alimentaria código 361320.
8. Poner la jaula sin presión sobre la bandeja y esperar 10 horas a que se seque.



En las JLB, **cada 4 años como máximo**, hay que hacer las siguientes sustituciones con la máquina parada y consignada:

9. Aflojar los 2 empalmes del tubo de la central.
10. Desatornillar los 3 tornillos del tapón de acceso al filtro.
11. Aflojar los 2 tornillos para acceder a la rejilla.
12. Limpiar la rejilla.
13. Cambiar el filtro cada 4 años: - JLB5 = código de filtro 367982 - JLB-12-20= código de filtro 368406.
14. Cambiar el aceite hidráulico (JLB5 = 50L; JLB12 o 20 = 90L) código 456122 en bidón 5L.
 - Comprobar el nivel de aceite por la mirilla y hacer una marca.
 - Vaciar todo el depósito de la central hidráulica.
 - Si al cambiar el filtro o vaciar el aceite aparece barro o partículas en el aceite, desmontar la parte superior de la central y limpiar la cubeta (sucede rara vez).
 - En este caso, cambiar o limpiar la mirilla: véase el código según generación de la central.
 - Volver a cerrar la cubeta e introducir el tubo.
 - Rellenar el depósito de la central al nivel de la marca.
 - Volver a poner en funcionamiento la central y subir y bajar la placa hasta obtener un desplazamiento regular perfecto.
15. **Cada 4 años**, desmontar la parte trasera de la pantalla del autómata OMRON desatornillando los 4 tornillos.
16. Cambiar la pila de botón 3V CR2450 código 281310001: pegar el espaciador de plástico para empujar la pila.
17. **Cada 4 años**, en la CPU OMRON CPM2A, cambiar la pila de litio 3V código 375118
18. **Cada 4 años**, en la CPU OMRON CP1L, cambiar la pila de litio 3V código 453206



Anexo 6. Detenciones durante el periodo de vendimia de equipo crítico.

Equipo	Fecha y Hora Inicio	Fecha y Hora Término	Problema	Cómo se Soluciona
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-08 13:00	2025-02-08 17:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-20 10:00	2025-03-20 14:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-16 08:00	2025-04-16 21:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-01 10:00	2025-03-01 22:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-01 13:00	2025-04-02 04:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-25 09:00	2025-02-25 15:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-10 12:00	2025-03-10 17:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-19 14:00	2025-04-19 19:00	Fuga en flexible hidráulico	Reemplazo del flexible, ajuste de uniones
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-18 11:00	2025-02-18 17:00	Bomba hidráulica dañada	Reemplazo/repación de bomba, purga de circuito
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-28 08:00	2025-03-28 15:00	Bomba hidráulica dañada	Reemplazo/repación de bomba, purga de circuito
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-25 10:00	2025-04-25 16:00	Bomba hidráulica dañada	Reemplazo/repación de bomba, purga de circuito
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-22 09:00	2025-02-22 15:00	Filtro hidráulico obstruido	Cambio de filtro y limpieza de rejilla
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-15 08:00	2025-03-15 15:00	Filtro hidráulico obstruido	Cambio de filtro y limpieza de rejilla
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-05 07:00	2025-04-05 13:00	Filtro hidráulico obstruido	Cambio de filtro y limpieza de rejilla
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-22 11:00	2025-03-22 18:00	Filtro hidráulico obstruido	Cambio de filtro y limpieza de rejilla
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-05-03 10:00	2025-05-03 14:00	Filtro hidráulico obstruido	Cambio de filtro y limpieza de rejilla
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-14 09:00	2025-02-14 18:00	Sensor de presión defectuoso	Reemplazo de sensor, verificación de conexión
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-07 08:00	2025-03-07 17:00	Sensor de presión defectuoso	Reemplazo de sensor, verificación de conexión
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-11 14:00	2025-04-11 20:00	Sensor de presión defectuoso	Reemplazo de sensor, verificación de conexión
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-30 08:00	2025-04-30 13:00	Sensor de presión defectuoso	Reemplazo de sensor, verificación de conexión
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-10 13:00	2025-02-10 19:00	Válvula de alivio defectuosa	Reajuste o sustitución de válvula
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-18 12:00	2025-03-18 18:00	Válvula de alivio defectuosa	Reajuste o sustitución de válvula
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-05-05 09:00	2025-05-05 15:00	Válvula de alivio defectuosa	Reajuste o sustitución de válvula
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-12 08:00	2025-02-12 14:00	Electroválvula quemada	Reemplazo de electroválvula
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-23 11:00	2025-03-23 18:00	Electroválvula quemada	Reemplazo de electroválvula
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-17 13:00	2025-04-17 20:00	Electroválvula quemada	Reemplazo de electroválvula
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-20 09:00	2025-02-20 14:00	Aire en el circuito	Purgado y revisión de juntas
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-12 10:00	2025-03-12 16:00	Aire en el circuito	Purgado y revisión de juntas
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-07 08:00	2025-04-07 14:00	Aire en el circuito	Purgado y revisión de juntas
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-02-28 09:00	2025-02-28 15:00	Tapices de drenaje obstruidos	Limpieza o reemplazo de tapices
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-03-30 08:00	2025-03-30 14:00	Tapices de drenaje obstruidos	Limpieza o reemplazo de tapices
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-05-08 10:00	2025-05-08 19:00	Error en programa automático	Reconfiguración de parámetros, capacitación operador
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-04-13 08:00	2025-04-13 17:00	Error en programa automático	Reconfiguración de parámetros, capacitación operador
Prensa Hidráulica BUCHER JLB	2025-05-10 09:00	2025-05-10 19:00	Desgaste de discos PEHD	Cambio de discos