

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LA LÍNEA DE
CONSERVA DE LA EMPRESA PROCESADORA PERÚ SAC PARA
MINIMIZAR LOS INGRESOS NO PERCIBIDOS**

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

AUTOR

JACKELINE DEL ROCIO REQUEJO RODRIGUEZ

ASESOR

ALEJANDRO SEGUNDO VERA LAZARO

<https://orcid.org/0000-0003-0198-338X>

Chiclayo, 2021

**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LA LÍNEA DE
CONSERVA DE LA EMPRESA PROCESADORA PERÚ SAC
PARA MINIMIZAR LOS INGRESOS NO PERCIBIDOS**

PRESENTADA POR:

JACKELINE DEL ROCIO REQUEJO RODRIGUEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Jorge Alberto Villanueva Zapata

PRESIDENTE

Joselito Sánchez Pérez

SECRETARIO

Alejandro Segundo Vera Lázaro

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por darme las fuerzas y los conocimientos necesarios para cumplir cada uno de mis objetivos, tanto en mi vida personal como profesional.

A mis padres, quienes son mi motivo para seguir saliendo adelante, por brindarme su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A la empresa Procesadora Perú SAC y a los colaboradores del área, por abrirme las puertas y permitirme desarrollar dicha investigación.

A mi asesor, el ingeniero Alejandro Vera Lázaro, por guiarme y brindarme sus conocimientos para desarrollar con éxito dicha investigación.

Índice

Resumen	5
Abstract	6
Introducción.....	7
Revisión de literatura.....	8
Materiales y métodos	12
Resultados y discusión	15
Conclusiones	33
Recomendaciones	34
Referencias	35
Anexos	38

Resumen

Muchas industrias alrededor del mundo buscan implementar metodologías que les ayude a ser más competitivos; por ello, esta investigación busca solucionar los problemas que presenta una empresa lambayecana por medio del TPM. Se tuvo como objetivo reducir los ingresos no percibidos de la línea de conserva de FPV, para esto fue necesario realizar un diagnóstico donde se encontró 68,77 horas de paradas por falla, provocando ingresos no percibidos de \$ 29 291, asimismo se determinó que la empresa se encuentra con un OEE de 73,7% lo que nos indica que está en una clasificación regular. Por otro lado, se realizó una matriz de ponderación para identificar cuáles son los pilares que pueden contrarrestar dichos problemas, los de mayor puntuación fueron: mejoras enfocadas, mantenimiento planificado y educación y entrenamiento. Luego se desarrolló cada uno de ellos, obteniendo como resultados que, las horas no planificadas y los ingresos no percibidos reducen en un 48,7 % y 52,9 % respectivamente, lo que ha permitido mejorar el OEE en un 5,85%. Finalmente se realizó un análisis de viabilidad económica donde la organización por cada S/1 que invierte tiene un beneficio de S/0,27.

Palabras claves: OEE, TPM, ingresos no percibidos, paradas no planificadas

Abstract

Many industries around the world seek to implement methodologies that help them to be more competitive; therefore, this research seeks to solve the problems presented by a Lambayeque company through TPM. The objective was to reduce the non-perceived income of the FPV canning line, for this it was necessary to make a diagnosis where it was found 68.77 hours of stops by failure, causing non perceived income of \$ 29 291, also it was determined that the company is with an OEE of 73.7% which indicates us that it is in a regular classification. On the other hand, a weighting matrix was carried out to identify which are the pillars that can counteract these problems, the ones with the highest score were: focused improvements, planned maintenance and education and training. Each of these was then developed, obtaining as results that, unplanned hours and unearned income reduced by 48.7% and 52.9% respectively, which has allowed an improvement in OEE by 5.85%. Finally, an analysis of economic viability was carried out where the organization for each S/1 it invests has a benefit of S/0.31.

Keywords: OEE, TPM, revenue forgone, stoppages

Introducción

A la fecha del año 2020, el mundo industrial se ha vuelto más estricto en sus procesos de producción, obligando a las empresas a ser más competitivas, pero más aún, que sean eficientes y eficaces, ya que hoy en día tienen el objetivo de optimizar todos sus recursos para que puedan eliminar todo tipo de desperdicios y evitar las paradas no planificadas, que muchas veces se ocasionan por distintos factores, entre ellos está, la falla de máquinas, falta de materia prima, personal no capacitado y la contaminación medio ambiental; teniendo como consecuencia, millonarias pérdidas económicas en la industria. Esto resulta que muchas empresas operen menos a su capacidad total y a su vez no cumplan con las expectativas del cliente en términos de rendimiento y eficacia, pues generan altos costos de producción.

En el 2015, el Ministerio de Producción [1], en cooperación con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) realizó el informe “*Estudio de la situación actual de la empresa peruana*”, la cual tiene como objetivo “*evidenciar y medir diferentes características de las unidades productivas de las organizaciones con base al uso de tecnologías, acceso a insumos, capacitación, calidad de los procesos y entre otras variables que se relación con los niveles de productividad y competitividad de las empresas*”. Para realizar dicho informe, se enfocaron en el recojo de información a través de encuestas, teniendo como tema principal la situación actual de los sectores productivos y las regulaciones laborales. Como resultado se obtuvo que el sector industrial creció en promedio una tasa anual del 0,4%, aun así, este indicador no es nada alentador ya que muchas empresas se encuentran paralizadas, afectando su crecimiento en el mercado local e internacional. El 35% de las empresas no cuentan con personal calificado y el 57,8% de su personal no reciben capacitaciones, afectando la producción, dado que existe una inadecuada manipulación de la maquinaria; asimismo, el 15% del sector tiene costos elevados de mantenimiento, este último es de suma importancia, pues los niveles de producción dependen mucho de la disponibilidad de las máquinas ya que estas se deben encontrar en óptimas condiciones para poder procesar sin inconveniente, asimismo, la falla de sus elementos provoca retrasos en la producción, costos de reparación y costo de mano de obra por horas extras .

En el departamento de Lambayeque se encuentra Procesadora Perú SAC, una empresa agroindustrial peruana dedicada a la elaboración y exportación de conservas y congelado de frutas y verduras. Desde la campaña 2018 hasta la campaña (2019-2020) el proceso de conserva aumentó sus ingresos no percibidos en un 17,4 %, representando un total de \$29 572. Existen tres causas principales que han hecho que este monto haya incrementado, fallas en la maquinaria con el 29,4%, producto defectuoso y personal no capacitado con el 16 % y 15,9 %, respectivamente. El área de mantenimiento ha ocasionado ingresos no percibidos, por el monto de \$29 291 debido a las fallas e inconvenientes que se han presentado en las máquinas durante el proceso de conserva, originando productos defectuosos y paradas no planificadas.

En base a los problemas identificados se vio conveniente usar la metodología mantenimiento productivo total (TPM), pues los ocho pilares que comprende un TPM, ayuda a gestionar el personal ya que todo colaborador tiene que estar involucrado en las actividades de mantenimiento con la finalidad de reducir o eliminar pérdidas económicas, asimismo esta metodología emplea diferentes herramientas donde se puede evaluar la causa raíz de cada falla. Además, para aplicar TPM en una organización, es necesario tener como base la metodología 5S, la cual es un punto de introducción hacia la mejora continua, ya que tiene por objetivo tener

un lugar de trabajo limpio y ordenado y el 93 % de los colaboradores del área de mantenimiento aplican dicha metodología.

Por ello se formula la siguiente pregunta: ¿Cuál será el impacto económico de la implementación del mantenimiento productivo total en la línea de conserva de FPV en la empresa Procesadora Perú SAC?

Visto el problema se plantea como objetivo general: proponer la implementación del mantenimiento productivo total en la línea de conserva de FVP para reducir los ingresos no percibidos en la Procesadora Perú SAC. Asimismo se formularon los siguientes objetivos específicos: determinar la situación actual del área de mantenimiento de la línea de conserva de FPV en la Procesadora Perú SAC, seleccionar los pilares de mantenimiento asociados a la problemática de la Procesadora Perú SAC, desarrollar los pilares de mantenimiento seleccionados de la metodología mantenimiento productivo total y analizar la viabilidad económica de implementar la metodología de mantenimiento productivo total en la línea de conserva de FPV.

Esta investigación se justifica en cuatro contextos. En un nivel social, se logra reducir el trabajo en exceso, acortar las horas de trabajo y a la vez mejora la eficiencia de cada uno de los colaboradores. A nivel económico se reduce los ingresos no percibidos y el costo de producción con el fin de aumentar las utilidades. En lo tecnológico, ayuda a superar los inconvenientes descritos anteriormente, además motiva a realizar mejoras en el proceso mediante el uso de la metodología de mejora continua a través del mantenimiento productivo total, en el sector agroindustrial, alcanzando una máxima eficiencia en sus equipos. Y en un nivel ambiental, el uso de esta metodología no ocasiona daños ambientales ya que está ligado a la integración y al compromiso de todos los miembros de la organización, previniendo pérdidas durante los procesos.

Revisión de literatura

En el 2013, Tuarez [2] en su investigación titulada “*Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento productivo total)*” explica que en Ecuador el consumo de bebidas gaseosa va aumentando cada año, por ello muchas compañías buscan adoptar sistemas de mejora continua que les ayude a mejorar sus procesos para ser más competitivos. Esta investigación tiene como objetivo “*La implantación efectiva y gradual de un sistema de mejora continua bajo la filosofía del TPM en la planta elaboradora y comercializadora de bebidas gaseosas*”. Utilizó diferentes herramientas como: diagrama de Pareto, matriz de 5 porqué, diagrama Ishikawa, AMEF, etc., para poder identificar las causas de las paradas más relevantes. Entre sus principales resultados determinó que en el mes de enero se obtuvo un total de 25 actividades de mantenimiento correctivo, además el tiempo promedio de paradas era de 113 min, el tiempo de calibración por máquina a 44 min, la cual obtuvo un OEE 66,67%. Finalmente concluye que la implementación de los ocho pilares del mantenimiento productivo total redujo la cantidad de actividades correctivas a 13 en el mes de junio, disminuyó el tiempo de paradas de las máquinas a 78 min y el tiempo promedio de calibración de las máquinas se aminoró a 28 min; por otro lado, con la implementación de las mejoras enfocadas se redujo la cantidad de productos defectuosos teniendo un ahorro de 5,70 dólares por cada 1000 unidades ocasionando que el OEE aumente a 74 %. A pesar que es una investigación de siete años atrás, la finalidad de mejorar los procesos a través de la implementación de la metodología TPM, no ha tenido cambios sustanciales, por ello se tomará dicha investigación que ha sido citada por más de 10 investigadores latinoamericanos.

En el 2015, Mwanzaa y Mbohwa [3] en su investigación titulada “*Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company*” explican que muchas industrias se están enfrentando al bajo rendimiento de sus equipos debido a la gran cantidad de averías, mantenimiento inadecuado y los problemas de producción, que involucran la ineficiencia de sus equipos. Ante esta situación, su investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo TPM eficaz para mejorar el sistema de mantenimiento en una empresa de fabricación de productos químicos. Emplea la metodología OEE como indicador de la realidad actual de la empresa, se centró en la recopilación de datos a través de los registros para evaluar el sistema de mantenimiento, observaciones directas de las actividades de mantenimiento y producción, cuestionarios diseñados para lo cual tomaron una muestra usando el método de muestreo estratificado y poder realizar entrevistas a todo el personal. Los principales resultados de esta investigación, determinaron que la empresa contaba con un OEE del 36,5% debido que el 67,6 % eran por averías, asimismo, el 78% de los encuestados no estaban involucrados en actividades de mantenimiento. Finalmente concluyeron, que, si se establece bases antes de la aplicación del TPM, como es la metodología de la 5S para mantener un área de trabajo eficiente, se podrá formar un comité de dirección centralizada la cual conducirá a los empleados a la educación, formación y supervisión de las actividades de TPM en donde permitirá aumentar el OEE hasta el 77%, logrando reducir los errores de operación y reparaciones inadecuadas.

En el 2018, Llontop [4] en su investigación titulada “*Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca S.A.A*” indica que en el Perú, la industria azucarera ha ido incrementando su producción, por lo cual están buscando mejorar sus procesos para obtener más beneficios a un mejor costo. Esta investigación tiene como objetivo “*Proponer la implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca SAA*”. Las técnicas que empleó para la implementación de un mantenimiento autónomo, fue la observación directa de las actividades realizadas, toma de datos estadísticos, entrevista a encargados y trabajadores del área. Entre sus principales resultados determinó que en el área existe una pérdida mensual de S/ 2 506 023,51 y que durante las 18,96 horas de paradas promedio en el proceso se pierde 945 kg de azúcar y las pérdidas por campo representan alrededor de 7, 55 bolsas de azúcar diarias. Como segundo resultado determinó que en los tres meses de investigación la empresa tiene eficiencia global de 72,66 %. Finalmente concluyó que, con la implementación de este pilar, su efectividad llegaría a un 75 % la cual se llega recuperar 47,2 horas lo que equivale a 927,22 t de azúcar.

En el 2018, Adesta, Prabowo, Agusman [5] en su investigación titulada “*Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance*” mencionan que muchas industrias manufactureras están bajo presión por proveer altos niveles de rendimiento, por ello han optado por realizar cambios estratégicos para obtener ventajas competitivas. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el impacto de los ocho pilares del TPM en 22 empresas de Indonesia. Como metodología utilizaron cuestionarios para medir variables y a la vez con un estudio piloto con una muestra de 50 participantes por empresa, formularon modelos de validez por medio de las herramientas SPS para el procesamiento de datos. Como resultado obtuvieron que la correlación entre el OEE y TPM es del 79,1 %, asimismo, clasificaron cuáles son los pilares más significativos para las

empresas evaluadas, teniendo la formación y educación con el 91,8 %, mantenimiento autónomo y planificado con el 77,8 % y 63,5 % respectivamente.

En el 2016, Carvalho, Helleno y Camello [6] en su investigación titulada “*Análise da eficiência operacional de uma linha de produção da indústria de laticínios por meio do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (Overall Equipment Effectiveness)*” explican que actualmente las fábricas operan bajo presión para producir más con menos, por ello los directores toman decisiones de acuerdo al desempeño de los sistemas de producción. Esta investigación tiene como objetivo elaborar un plan de acción por etapa, con el fin de aumentar la eficiencia del proceso. La metodología empleada se basó en las técnicas de recolección de datos por parte de los operadores para determinar el cálculo OEE, elaboraron diagramas de Pareto para la identificación de las paradas más relevantes, analizaron el peso neto de cada producto. Entre las causas más comunes está la falta de cajas de almacenamiento con el 33% y problemas con el embalaje del 32 %, es así que las áreas de producción y refrigeración obtiene un OEE promedio del 74,5 %. La investigación se centró en aumentar los indicadores de calidad y rendimiento, por ello elaboraron un plan de acción donde la materia prima esté más cerca de las máquinas y que el personal fuera capacitado para mejorar la línea, la cual obtuvieron como resultado un OEE por proceso del 85 %.

En el 2013, Hernandez y Vizan [7] definen la mejora continua como un conjunto de acciones que lucha contra los desperdicios para obtener una mayor calidad de productos, servicios y procesos dentro una corporación, asimismo, es un proceso lento, con pequeñas innovaciones y mejoras realizadas en toda la organización.

En el 2003, Garrido y García [8] definen el mantenimiento como un conjunto de procedimientos que tiene como objetivo conservar los equipos, maquinarias e instalaciones durante el mayor tiempo posible, buscando la disponibilidad y el máximo rendimiento. Por otro lado, gestionar adecuadamente las operaciones de mantenimiento trae como beneficio la reducción de costos por fallas generadas; optimizar inventarios, brinda la seguridad del trabajador y la reducción de los costos de producción. En base a este concepto, el mantenimiento a lo largo de los años ha ido evolucionando de tal manera que hoy en día se ha convertido en una herramienta esencial en toda organización.

En el 2000, Cuatrecasas [9] define el mantenimiento productivo total o TPM como una filosofía de trabajo la cual implica conceptos de una gestión adecuada de mantenimiento que tiene como objetivo ser llevado por todos los empleados de todos los niveles a través de las actividades, generando así una cultura corporativa orientada a obtener la máxima eficacia en los equipos alcanzando cero averías y cero problemas. Por consiguiente, TPM abarca ocho pilares estratégicos la cual es base para desarrollar un programa de mantenimiento ya que se necesita construir un sistema de producción ordenado. De la misma forma serán explicadas para un mejor entendimiento.

Las mejoras enfocadas, buscan establecer condiciones óptimas de operatividad a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas y así aumentar la eficacia de los mismos.

El mantenimiento autónomo, consiste en la participación y la formación del personal en las diferentes actividades de mantenimiento, en la cual el colaborador debe sentirse capaz de realizar la limpieza inicial, detectar los defectos, reparar e inspeccionar la máquina para evitar averías durante el proceso.

El mantenimiento preventivo, se define como el conjunto de actividades planificadas para realizar mantenimiento en los equipos y a la vez alargar la vida útil, evitar las fallas o la suspensión de las actividades de producción.

El mantenimiento planificado, busca eliminar los problemas que pueda contener el equipo a través de una correcta gestión de actividades de mejora y prevención.

El mantenimiento de la calidad, se basa en fabricar productos de buena calidad, mediante el control de los equipos que tenga un contacto directo con el producto, por otro lado, se realiza un seguimiento a través de gráficos y parámetros basados en las necesidades del cliente.

Los controles administrativos, consisten en brindar apoyo al área de producción con la finalidad que el proceso se genere eficientemente, ya que tiene la función de mantener las compras de insumos y materiales en el momento adecuado con los menores costos.

La educación y capacitación; busca que los operadores, empleados y altos directivos mejoren sus habilidades para que los operadores puedan realizar actividades de mantenimiento con facilidad, por otro lado, los empleados y altos directivos deben tener la capacidad de evaluar, revisar y solucionar los problemas que se puedan presentar.

Medio ambiente, seguridad e higiene se basa en la formación del personal y en establecer políticas de prevención de accidentes, teniendo como objetivo eliminar los accidentes o cualquier otro factor que atente contra la salud del operario.

En el 2000, Cuatrecasas [9] define las seis grandes pérdidas de los equipos, como los tiempos que TPM busca eliminar con el objetivo de que todo proceso opere de manera eficaz, ya que estos factores impiden lograr una máxima eficiencia global, la cual están clasificadas en los tiempos muertos y vacíos, pérdidas de velocidad del proceso y productos defectuosos.

En el 2010, Cruelles [10], explica que la eficiencia global de los equipos (OEE) es un herramienta que permite identificar qué tipo de pérdidas ocurren durante el proceso, asimismo, es un indicador porcentual que ayuda a medir la eficiencia productiva de las máquinas industriales, engloba los parámetros fundamentales como la disponibilidad, que es el tiempo de funcionamiento de la máquina, efectividad, tiempo de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro y calidad, que se relaciona con productos óptimos y defectuosos que se producen durante el proceso.

En el 2012, Parra y Crespo [11] definen el análisis de criticidad como un método que permite determinar la importancia y la consecuencia de los eventos potenciales de fallo que pueden ocurrir dentro de los sistemas operativos, ya que la jerarquización de este método permite identificar que elemento debe ser manejado con mayor prioridad. En el desarrollo del análisis es necesario tener en cuenta la frecuencia de fallo del elemento y el factor de severidad o consecuencia en el contexto de operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente.

En el 2005, Creus [12] explica que el “Event Tree Análisis” o como se le conoce comúnmente análisis del árbol de eventos, es un método que parte de un conjunto de sucesos peligrosos que estudia los posibles accidentes potenciales que resultan de un suceso inicial, y a partir de ese fallo se realiza un análisis, siguiendo una secuencia cronológica de los eventos que se van a producir.

En el 1949, La Administración Espacial Aeronáutica de Estados Unidos (NASA) [13] desarrollo la técnica “Failure mode and effect” (AMEF) en el proyecto “Apolo”, permitiendo identificar y prevenir problemas en los procesos, diseño y fabricación de un determinado producto o servicio. Este método es muy reconocido a nivel mundial, ya que la identificación de los riesgos, causas y efectos permitirá adoptar medidas de prevención de riesgo.

En el 2000, Grima y Tort-Martorell [14] explican que los ingresos no percibidos, es el valor que se deja de percibir por no haber elegido la mejor alternativa o por eventos inesperados.

Materiales y métodos

Los criterios éticos que se tomaron en cuenta para realizar esta investigación fueron la confidencialidad de información otorgada y de las personas que participaron como informantes, la originalidad ya que se citará todas las fuentes bibliográficas que se emplearon, y la veracidad, pues toda la información mostrada es verídica.

Asimismo, con dicha investigación se buscó dar soluciones a través del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los ingresos no percibidos en la línea de conserva de FPV, el desarrollo se centra en cuatro objetivos, el primero de ellos es determinar la situación actual del área de mantenimiento para lo cual se recolectó datos del periodo de junio del 2019 – enero 2020, meses que duró la campaña de conserva, permitiendo identificar los ingresos no percibidos por máquina, tipo de fallas por máquina, costos generados para la compra de repuestos, tipos de no conformidades de los productos y por medio de los resultados se realizó el cálculo de la eficiencia global de los equipos por proceso, para determinar en qué clase mundial se encuentra la organización, asimismo, fue necesario usar fórmulas basada en los siguientes autores: Tuarez [2] , Llontop [4] y Cruelles [10]. Cabe recalcar que los dos días trabajados en junio del 2019, se ha visto conveniente sumarlo al mes de julio del 2019 ya que solo se originó 1,41 horas de paradas no planificadas y a la vez no provocaron productos defectuosos.

El cálculo de la disponibilidad está dado por la fórmula 1:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{TON}{TF} \quad (1)$$

$$\text{Tiempo de operación neta (TON)} = TO - TNP$$

$$TO = \text{Tiempo de operación}$$

$$TNP = \text{Tiempo de paro no planificado}$$

$$\text{Tiempo de operación (TO)} = TF - TPPE$$

$$TF = \text{Tiempo de funcionamiento}$$

$$TPPE = \text{Tiempo de preparación}$$

$$\text{Tiempo de funcionamiento} = TD - TP$$

$$TD = \text{Tiempo disponible}$$

$$TP = \text{Tiempo de paro planificado}$$

Luego se calculó la eficiencia por medio de la fórmula 2:

$$\text{Eficiencia} = \frac{TOU}{TON} \quad (2)$$

$$\text{Tiempo de operación utilizable (TOU)} = TON - TPE$$

$$TPE = \text{Tiempo perdido por espera}$$

La fórmula 3, determinó la calidad del proceso:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total de piezas Producidas} - \text{Piezas defectuosas}}{\text{Total de piezas producidas}} \quad (3)$$

A partir de ello se calculó la eficiencia global de los equipos, la cual se empleó la fórmula 4:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{eficiencia} \times \text{calidad} \quad (4)$$

Por último, con el resultado obtenido del OEE se puede identificar en qué clase mundial se encuentra la organización por medio de los criterios establecidos por Cruelles [10].

OEE < 65 % → Aceptables
 65 % < **OEE < 75%** → Regular
 75 % < **OEE < 85%** → Aceptable
 85 % < **OEE < 95%** → Buena
OEE >95% → Excelencia

Como segundo objetivo se tiene la selección los pilares de mantenimiento asociados a la problemática de la Procesadora Perú SAC, los criterios se establecen conforme a los objetivos que se quieren alcanzar según los problemas identificados, que producen ingresos no percibidos, base a ello se realizó una evaluación de los pilares que componen el TPM. La evaluación fue a través de dos matrices, la primera fue una matriz porcentual, la cual se colocó una puntuación de acuerdo al grado de importancia de los problemas; la escala de valoración está dada por Vilar, Gómez y Tejero [15] de la siguiente manera:

Igualdad en importancia →1
 Mayor importancia →2
 Significativamente más importante →5

Seguidamente se suma las puntuaciones por cada problema encontrado y se divide por el total. Por último, se realizó una matriz de ponderación con relación a las problemas y pilares del TPM, el puntaje para la elección de los pilares es establecida por la multiplicación del porcentaje y la puntuación, este último se basa en cuatro criterios establecidos por Vilar, Gómez y Tejero [15].

Deficiente →1
 Regular →2
 Bueno →3
 Excelente →4

Asimismo, para un mayor entendimiento se estableció una codificación por cada uno de los pilares que van desde la letra A – H, de la siguiente manera:

Mejoras enfocadas → (A)
 Mantenimiento autónomo →(B)
 Mantenimiento preventivo →(C)
 Mantenimiento planificado →(D)
 Mantenimiento de la calidad →(E)
 Controles administrativos →(F)
 Educación y capacitación →(G)
 Medio ambiente seguridad e higiene → (H)

El tercer objetivo es el desarrollo de los pilares de mantenimiento seleccionados de la metodología mantenimiento productivo total, según los resultados obtenidos en el objetivo número dos. Se desarrolla los pilares siguientes:

El mantenimiento planificado, se desarrolló a través de un análisis de criticidad donde se evalúa la consecuencia y frecuencia de falla, la multiplicación de ambos indicadores da como resultado la criticidad total de riesgo. Asimismo, el nivel de cada elemento evaluado se identifica por medio de una matriz de colores de 4x4 establecida por Parra y Crespo [11], donde está jerarquizado de la siguiente manera:

Sistema no crítico – blanco → (NC)
 sistema de media criticidad - amarillo →(MC)
 sistema crítico – rojo→ (C).

Luego de los resultados obtenidos en el análisis criticidad, se desarrolló un árbol de fallas de las máquinas que se encuentran con un sistema crítico para determinar cuáles son los componentes o elementos que hacen que la máquina obtenga paradas, luego se realizó un AMEF por máquina con el objetivo de analizar los modos de falla y a la vez conocer en qué estado se encuentra cada uno de los componentes, para ello es necesario emplear la fórmula 5, establecida por la NASA [13]:

$$\text{Número de prioridad de riesgo (NPR)} = \text{Gravedad} \times \text{Frecuencia} \times \text{Detección} \quad (5)$$

Con el resultado obtenido se puede conocer el estado de los elementos, establecidos por los siguientes criterios:

500-1000 → Alarmante
 125-499 → Crítico
 1-124 → Normal
 0 → Nulo

En base a los resultados arrojados en la metodología AMEF, se buscó que tipo de análisis de diagnóstico en relación a un mantenimiento predictivo se necesita con el objetivo de tomar las acciones correctas y a la vez prevenir las paradas intempestivas. Finalmente se estableció una estructura para un mantenimiento planificado en relación con el ciclo Deming.

En el desarrollo de las mejoras enfocadas se centró en la etapa de cerrado con el objetivo de reducir los productos no conforme, asimismo, se utilizó las siguientes herramientas: recolección de datos para determinar las pérdidas monetarias en MP e insumos. Luego se desarrolló un AMEF en la etapa de cerrado donde se consideró los tipos de productos defectuosos, se calculó el NPR para identificar en qué estado se encuentra cada modo de falla y por último se realizó un análisis de mayor profundidad por cada uno de los defectos por medio de la matriz 5 porqués y en base a los resultados obtenidos se establece un plan de acción. Para determinar el beneficio de dicho plan, se desarrolló un nuevo AMEF en relación a los resultados del análisis de la matriz de los 5 porqués, acto seguido se calculó en cuanto se reduce los productos defectuosos y las pérdidas económicas.

La capacitación y entrenamiento, se desarrolló en base a las carencias que se presentaron en los dos pilares restantes para ello se identificó el número de colaboradores que conforma el área de mantenimiento, asimismo, se vio necesario involucrar a los operadores del área de cerrado

ya que están implicados directamente con el producto y con una de las fallas del equipo, por otro lado, el Grupo Logis [16] brinda la fórmula 6 para conocer cuál es el porcentaje de personas capacitadas según los temas en específico :

$$\% \text{ de personas capacitadas} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de empleados capacitadas}}{\text{Total de empleados}} \quad (6)$$

A base de los resultados obtenidos en los tres pilares propuestos se estableció los temas a capacitar por grupos, asimismo, se desarrolló un cronograma de capacitaciones desde el mes de julio-octubre.

En lo que respecta a los indicadores de mejora se justificó por medio de los antecedentes descritos anteriormente, por otro lado, se determinó en cuánto reducen los ingresos no percibidos y la cantidad de las horas paradas por máquina y junto a los resultados obtenidos en el pilar de las mejoras enfocadas se obtuvo en cuánto reduce los productos defectuosos, con ello se estableció un nuevo OEE, con el objetivo de identificar en que clase mundial se encontraría con los pilares propuestos.

Como último objetivo se tiene el análisis de la viabilidad económica al implementar TPM en la línea de conserva, para su desarrollo fue necesario realizar cotizaciones de diferentes empresas peruanas ubicadas principalmente en Lima y Lambayeque, además se incluyó un experto en gestión de mantenimiento, lo cual se consideró como gastos administrativos. Después de ello se realizó el flujo de caja por cinco años y basándose en Sullivan, Wicks, y Luxhoj [17], se calculó el beneficio costo con la fórmula 7:

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}} \quad (7)$$

Resultados y discusión

Diagnóstico

Procesadora Perú SAC es una empresa peruana que se encuentra al norte del país, dedicada a la elaboración y comercialización de conservas y congelados de frutas y verduras, las cuales son procesadas según la estación, y en su mayoría son exportadas a los países como: Estados Unidos, Francia, Caribe y Países Bajos. Actualmente su cliente estrella es Goya, le provee productos como la conserva de FPV en la presentación de latas de 15Oz, cabe resaltar que la elaboración de sus productos es dependiendo de la estación, que en su mayoría son abastecidos por los campos de Chepén, Mocupe y Oyotún.

La línea de conserva se ha distribuido en cinco áreas o lotes como se puede observar en la figura 1. El inicio del proceso empieza con la entrada de la materia prima (FPV) en sacos de 50 kg al lote 4, donde se realiza el lanzado del FPV hacia las desgranadoras de vaina que cumple la función de pelado y repaso con la finalidad de eliminar la cáscara, acto seguido se realiza una limpieza de grano para ser conducido por medio del transportador hidráulico hacia el lote 10 donde se selecciona el grano óptimo a través de una tecnología láser, luego el grano es derivado al lote 8, área donde se efectúa un pre- cocido en el escaldador continuo, enfriado y selección manual, seguidamente se traslada a la máquina llenadora, que en simultáneo se adiciona grano

y líquido de gobierno a los envases de 15 Oz para ser cerrado a través de la máquina cerradora ángelus 69 P, los envases cerrados son almacenado en coches, que son conducidos al lote 9, área donde se cumple el tratamiento térmico, el proceso dura aproximadamente 1 hora y 5 min, por último es llevado al lote 10 donde se etiquetan y codifican las bandejas, cada una de ellas incluye 24 envases de conserva. El lote 3 está distribuido en dos áreas, uno de ellos es ocupado por la caldera SMS, que proporciona vapor al escaldador y el autoclave para cumplir con el proceso y como segundo espacio se encuentra el taller de mantenimiento, donde se realizan actividades de reparación

Durante el año 2019 – 2020 ha presentado ingresos no percibidos por el monto de \$107 058,15, donde el 93 % son generados en la línea de conserva, la cual representa un total de \$99 793 (anexo1). Por otro lado, los ingresos no percibidos aumentaron un 17,4% durante la campaña del mismo año. Las causas más importantes que originan dicho aumento son: las paradas no planificadas por fallas en las máquinas con el 29,4 %, productos defectuosos con el 16 % y las paradas por la falta o inexperiencia del personal con el 15,9 % las cuales serán detalladas a lo largo de la investigación. (anexo 3)

Los ingresos no percibidos por fallas de máquina, representan un total de \$29 291 que fueron ocasionadas durante la campaña 2019 -2020. La cerradora y la desgranadora de vaina son las máquinas con mayor cantidad de paradas, por ello se han dejado de percibir un total de \$18 160. Cabe recalcar que este monto se calculó en relación a las horas que se dejaron de procesar debido a las paradas por falla, además se consideró el número de bandejas procesadas por hora, el peso y el costo por kg.

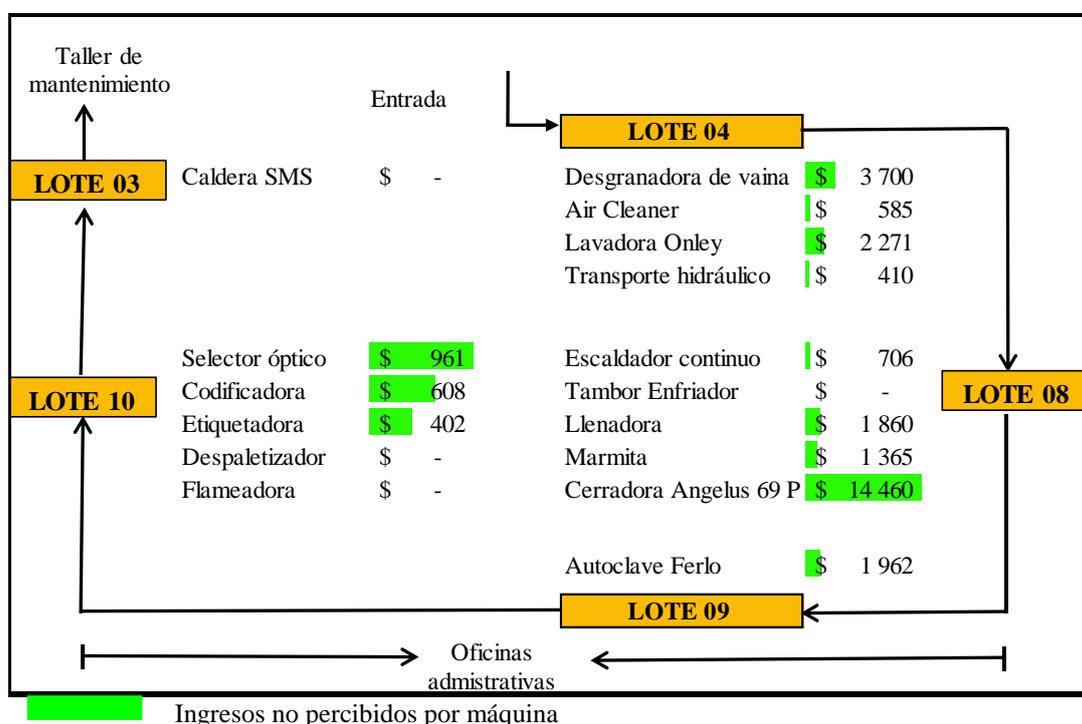


Figura 1: Ubicación de máquinas por lotes

Fuente: Procesadora Perú SAC

La tabla 1 muestra un resumen de las horas paradas en el proceso por máquina a causa de las diferentes fallas, entre las comunes son el desgaste de rodamientos y desalineamiento de ejes. La cerradora ángelus 69 P, es la que más paradas ha ocasionado, este cumple una de las operaciones más importantes ya que el cerrado de envases tiene que cumplir con los estándares

de calidad, sin embargo, durante los meses de julio- octubre presentó 22 fallas ocasionando un costo por su reparación de S/ 21 234, asimismo, generó 35,37 horas de paradas por lo que se considera una máquina crítica. La desgranadora de vaina originó 9,04 horas a causa de 15 fallas durante toda la campaña, y por su magnitud e importancia en el inicio del proceso se considera crítica. En lo que respecta a la caldera SMS, no ha ocasionado paradas, pero debido al desgaste de la empaquetadura de asbesto generó mayor consumo de gas y a la vez aumentó el costo de producción, asimismo el cambio de empaquetadura tuvo un costo de S/70 por 0,5 m. El selector óptico, es una máquina que a través de la tecnología láser selecciona el grano picado, manchado y amarillo para su posterior eliminación. Como se observa en la tabla 1 se originó 1,75 horas de paradas por dos fallas en el láser y en software, si bien es cierto estas fallas no provocó un costo en compra de elementos para su reparación, ha ocasionado retrasos en el proceso ya que en la operación de pre- cocido no contaba con MP para procesar, generando ingresos no percibidos por un total de \$961,28. Para más detalle ir (anexo 4-16).

Tabla 1: Resumen de las horas paradas y los costos ocasionado por máquina

Máquinas	Horas de parada	costo	Bandejas no procesadas	Ingresos no percibidos	% de bandejas no procesadas
Cerrador ángelus	35,37	S/21 234	7 371	\$ 14 460	50%
Desgranadora de vaina	9,04	S/4 738	1 886	\$ 3 700	13%
Lavadora Onley	5,34	S/189	1 112	\$ 2 271	7%
Autoclave ferlo	4,8	S/927	1 000	\$ 1 962	7%
Llenadora	3,38	S/130	948	\$ 1 860	6%
Marmita	2,48	S/688	696	\$ 1 365	5%
Selector óptico	1,75	-	490	\$ 961	3%
Escaldador continuo	1,73	S/180	360	\$ 706	2%
Codificadora video jet	1,48	S/1 054	310	\$ 608	2%
Air cleaner	1,43	S/104	298	\$ 585	2%
Transporte hidráulico	1	S/90	209	\$ 410	1%
Etiquetadora	0,97	S/1 846	205	\$ 402	1%
Caldera SMS	-	S/70	-	-	-
Total	68,77	S/ 31 252	\$ 14 885	\$ 29 291	100%

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

El proceso de conserva tiene que evitar las inconformidades de los envases; sin embargo, el 54,8 % de los defectos se han originado en la operación de cerrado, causando ingresos no percibidos de \$7 010,36 por 12 344 envases defectuosos. El 22,8 % presenta desbarnizados en el cuerpo del envase, este defecto es ocasionado por la acumulación de barniz en las rolas de 1° y 2° operación, ya que estas se pegan mientras el envase va circulando en un plato giratorio. El 13,5 % presentan abolladuras que mayormente ocurren en el cierre, originando un borde cortante, provocado por el gancho del cuerpo, el cual es demasiado largo, además, el borde la tapa es inapropiada. El 9,4 % ocurre por el falso cierre, por el desgaste de los mandriles y porque la proporción de la tapa está desenganchada. El 9,1 % de los envases contienen rebabas que son similares a las abolladuras, pero en este caso son más pequeñas y ocurren alrededor del cierre, ocasionada por el ajuste erróneo de las rolas de 1° operación. Por último, el 45,1% de los defectos ocurre por el incumplimiento del tratamiento térmico, que se suscitó por la caída del flujo eléctrico (anexo 17), por ello en dos ocasiones se perdieron dos quemadas originando 10 152 envases defectuosos. Estas inconformidades provocaron que durante la campaña existan un total de 22 496 unidades defectuosas.

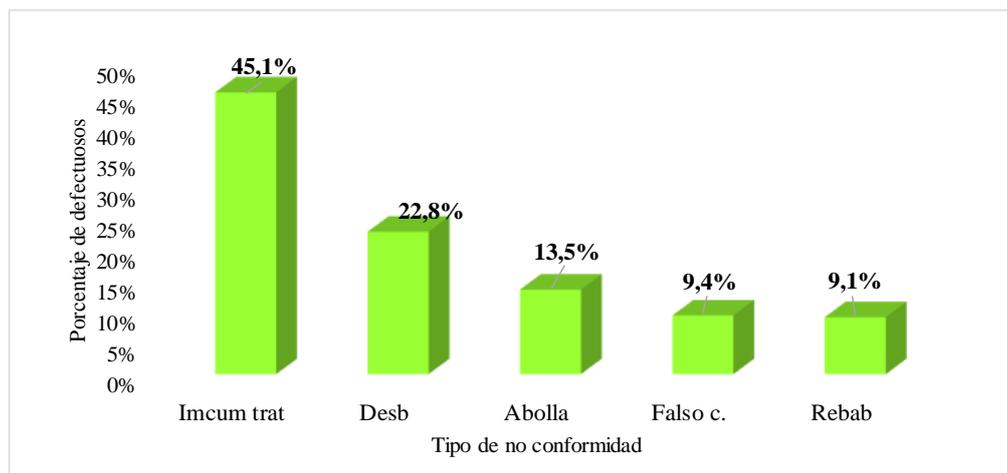


Figura 2: Tipo de no conformidades de los productos

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

En el 15,9 % de los ingresos no percibidos son ocasionados por paradas del personal. Los motivos más representativos son el retraso y la ausencia de los colaboradores con un 29% y 25%, respectivamente, y según lo indicado por los supervisores de área se debe a los retrasos que se tiene en sus pagos, trayendo como consecuencia que el proceso empiece unas horas más tarde de lo normal, además, la empresa tiene como política que, la persona que falta tres días consecutivos se retira automáticamente; por ello, en algunas ocasiones se busca personal para cubrir el puesto; sin embargo, los colaboradores que entra durante la campaña no tiene capacitaciones representando el 14%, la cual genera demoras, pues no tiene el mismo ritmo de trabajo que los demás operarios. En el caso del área de mantenimiento, los técnicos mantienen su puesto de trabajo, pero aún no han mejorado sus habilidades a través de las capacitaciones, ya que tienen la misma metodología de lubricar, alinear y reparar lo que ha llevado que muchas máquinas fallen. (anexo 18)

Para calcular la eficiencia global de los equipos (OEE) es necesario conocer qué tiempos se deben tomar, por ello se describe cada uno de ellos:

- **Tiempo disponible** → Cantidad de tiempo en horas disponible según la cantidad de días por mes durante el proceso. Se tomó en cuenta las 24 horas por días, en el mes de junio se procesó los dos últimos días del mes, por ello la cantidad de horas disponibles se le agregó al mes de julio.
- **Tiempo de parada planificada** → Cantidad de horas que se perdió debido a los días no laborables, feriados y el mantenimiento preventivo.
- **Tiempo de funcionamiento** → Es la resta del tiempo disponible y el tiempo de parada planificada en horas
- **Tiempo de preparación** → Tiempo en horas para los ajustes, preparación o arranque de las máquinas. Se consideró las 5 horas por día.

7:00 am – preparación y arranque (1 hora)

1:00 pm – Se apaga equipo, se realiza la limpieza por parte del área de saneamiento y los operadores de turno en simultáneo tienen una hora de descanso. (1 hora)

2:00 pm - preparación y arranque (1 hora)

8: 00 pm - Se apaga equipo, se realiza la limpieza por parte del área de saneamiento y los operadores del segundo turno en simultáneo tienen una hora de descanso. (1 hora)

9: 00 pm - preparación y arranque (1 hora)

La limpieza de los equipos y las áreas es considerada tiempo de preparación, ya que es un proceso donde se necesita cuidar la inocuidad del producto.

- **Tiempo de operación** → Es la resta del tiempo de funcionamiento y el tiempo de preparación.
- **Tiempo de parada no planificada** → Tiempo en horas que se pierde por las fallas en máquinas como se observa en la tabla 1
- **Tiempo de operación neta** → Es la resta del tiempo de operación y el tiempo de paradas no planificadas.
- **Tiempo de espera** → Es el tiempo perdido por paradas a causa de la ausencia del personal, falta de materia prima, falta de insumos, corte del fluido eléctrico, ruptura de tuberías.
- **Tiempo de operación utilizable** → Es la resta del tiempo en horas de la operación neta y el tiempo de esperas.

El cálculo del OEE se elaboró con los datos proporcionados de la empresa Procesadora Perú SAC donde se obtuvo la cantidad de paradas por los diferentes motivos, ya sea por fallas de las máquinas, tiempo de preparación y las paradas planificadas. Además, se tomó en cuenta los días y la cantidad de horas disponibles, en base a ello se logró determinar el tiempo neto disponible y la eficiencia con la fórmula 1 y 2 respectivamente. Lo que respecta al análisis de la calidad se tomó de la base de datos del anexo 19, donde indica el número de bandejas exportadas durante todos los meses que duró la campaña, la cual se procedió a calcular el número de envases óptimos de manera unitaria, ya que cada una de las bandejas contiene 24 unidades, y por los registros obtenidos de producción se obtuvo 22 496 productos defectuosos (figura 2), con ello se calculó la calidad de envases a través de la fórmula 3. Cabe recalcar que el resultado del OEE es el promedio de los meses de julio 2019 – enero 2020 (anexo 20-23), donde se obtuvo como resultado de 73,75 % por medio de la fórmula 4, lo que indica que la empresa tiene una clase mundial regular con una baja competitividad. Carvalho, Helleno y Camello [6] en su investigación presentaron un OEE promedio de 74,5 % donde decidieron emplear mejoras en los indicadores de calidad y rendimiento, ya que los problemas que identificaron provocaban que dichos indicadores no sean los adecuados, en base a ello se tiene que, se debe mejorar la disponibilidad y la eficiencia de la línea de conserva para alcanzar un OEE de clasificación aceptable o buena.

Tiempo disponible (horas)		720		
Tiempo de funcionamiento (horas)		586,29	Paradas planificadas	133,7
Tiempo de operación (horas)		466,7	Tiempo de preparación	119,57
Tiempo de operación neta (horas)		456,9	Paradas no planificadas	9,82
Tiempo de operación utilizable (horas)		433,12	Tiempo perdido	23,77
Producción real (und)		1 085 614		
Producción defectuosa (und)		3214		
Producción neta (und)		1 082 400		
Disponibilidad	77,9%			
Eficiencia	94,8%			
Calidad	99,7%			
OEE	73,7%			

Figura 3: Eficiencia global de los equipos- actual

Fuente: Elaboración propia

Selección de pilares de mantenimiento

A partir del diagnóstico que se realizó en la empresa Procesadora Perú SAC, en la línea de conserva de FPV se determinó que los ingresos no percibidos se deben a los siguientes problemas:

Paradas por personal

Causas

- Personal no capacitado con el 14 % (anexo 18)

Paradas por fallas en máquinas

Causas

- Durante la campaña se presentó 68,77 horas de paradas a causa de las fallas por máquina. (tabla 1)
- Las máquinas con mayor incidencia de paradas son la cerradora Ángelus 69 P y la desgranadora de vaina presentando un total de 37 fallas. (tabla 1)

Productos defectuosos

Causas

- Durante la campaña se originó 22 496 productos defectuosos (figura 2)
- El 54,8 % de los productos defectuosos fueron originados en la operación de cerrado. (figura 2)
- No se tomó en consideración los productos defectuosos originados por el autoclave, ya que se debió a causas externas que escapan de las manos de la empresa. La caída del fluido eléctrico que se dio en tres oportunidades (anexo 17) ocasionó un total de 10 152 envases defectuosos por el incumplimiento del tratamiento térmico. (figura 2)

Se realizó una matriz porcentual con los tres problemas identificados, obteniendo que las más significativas son las paradas no planificadas por máquinas con un porcentaje de 43,8 % y los productos defectuosos con el 37,5 %

Tabla 2: Matriz porcentual de valoración de los problemas

Crterios	Paradas por personal	Paradas por fallas de máquinas	Productos defectuosos	Suma	Ponderación
Paradas por personal		2	1	3	18,8%
Paradas por fallas de máquinas	2		5	7	43,8%
Productos defectuosos	1	5		6	37,5%
Total				16	100%

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar los pilares adecuados que solucionen dichos problemas se elaboró una matriz de ponderación, la cual se le asignó un puntaje que fue multiplicado con la ponderación. Como resultado se observa que los pilares con mayor relevancia es el pilar de educación y capacitación con un puntaje de 3,2 seguidamente el pilar de mejoras individuales en los equipos con un puntaje de 2,94; y por último el pilar de un mantenimiento planificado con una puntuación de 2,88. En base a estos resultados se establece que para disminuir los ingresos no percibidos se deben aplicar los tres pilares mencionados.

Tabla 3: Matriz de ponderación

Crterios	Ponderación	A	P	B	P	C	P	D	P	E	P	F	P	G	P	H	P
Paradas por personal	18,80%	0,56	3	0,56	3	0,19	1	0,38	2	0,19	1	0,19	1	0,75	4	0,19	1
Paradas por fallas de máquinas	43,80%	0,88	2	1,31	3	1,75	4	1,75	4	0,88	2	0,44	1	1,31	3	0,44	1
Productos defectuosos	37,50%	1,5	4	0,75	2	0,75	2	0,75	2	1,5	4	0,38	1	1,13	3	0,38	1
Total	100%	2,94		2,63		2,69		2,88		2,56		1		3,2		1	

Fuente: Elaboración propia

P = Puntos

A= Mejoras enfocadas

B = Mantenimiento autónomo

C= Mantenimiento preventivo

D= Mantenimiento planificado

E= Mantenimiento de la calidad

F = Controles administrativos

G= Educación y capacitación

H= Medio ambiente seguridad e higiene

Pilares seleccionados de mantenimiento productivo total.

A lo largo de los años, diferentes empresas buscan mantenerse en el mercado buscando diferentes métodos que ayuden a contrarrestar los problemas que afectan a los procesos, y Procesadora Perú no es la excepción. Según lo mostrado anteriormente y con el análisis respectivo, muestra que el área de mantenimiento es uno de los departamentos que mayores problemas causa a la organización, generando un 29,4 % de los ingresos no percibidos. Si bien es cierto, se detalló la cantidad de horas y el tipo de fallas en cada una de las máquinas, el personal que está involucrado directamente en el proceso ha tenido deficiencia ya que se evidencia las paradas y compras de rodamientos en diferentes máquinas por desgaste, que mayormente se origina por el contacto que tiene en con los ejes y esto tiene que ver con la falta o la inadecuada lubricación de los mismos. En la operación de pelado se dio la ruptura de las mallas y daños dentro del tambor causado por las piedras de grandes dimensiones que son colocadas por los proveedores en los sacos del FPV para alcanzar el peso requerido por la empresa, y el operario al realizar el lanzado no se percataba que los sacos tenían piedras, ocasionando paradas por las fallas descritas anteriormente.

Respecto a la calidad de los productos, se presentó 22 496 unidades no conformes donde el 54,8% es producido por fallas en la máquina cerradora. Los colaboradores en esta operación cumplen un papel muy importante, sin embargo, existen muchos errores en la limpieza y colocación de piezas. Por otro lado, el área de operaciones junto a mantenimiento se estableció que todos los lunes de cada semana se debe realizar la inspección de las máquinas, sin embargo, por las averías que se obtuvo durante la semana el área de producción para cumplir con la planificación establecida, en algunas ocasiones los días lunes se siguió procesando conserva dejando de lado la inspección de las máquinas.

El TPM se enfoca en la mejora continua, donde su núcleo es el aumento de la eficiencia de la operación, asegurándose que los equipos estén seguros, disponibles y funcionen correctamente cuando lo necesiten, junto a la colaboración y trabajo en equipo en todos los niveles de la organización, en la cual se tiene como objetivo fortalecer la cooperación, mientras que los involucrados puedan solucionar los diferentes imprevistos de manera conjunta. Los resultados de la matriz de ponderación en relación a los problemas que presenta Procesadora Perú SAC se establece que los pilares que más se adecúan son:

- **Educación y entrenamiento**

Este pilar ayudará en la orientación de actividades para mejorar la competencia de las personas y pueda desempeñarse de la mejor manera en su puesto de trabajo con el fin de aumentar la calidad de sus tareas, ya que las personas deben estar convencidas de la necesidad de educarse para ejercer nuevas actividades, pues el tiempo va avanzando y por ende las nuevas tecnologías y técnicas se van desarrollando de una manera acelerada; sin embargo, la formación no garantiza la calidad de las tareas, por ello es necesario la evaluación continua para medir las capacidades y habilidades individuales creando así un clima de aprendizaje, que a la vez genera un personal polivalente que puede adaptarse a diferentes situaciones tal como lo indica Cuatrecasas. [9]

- **Mejoras enfocadas en los equipos**

Se eligió este pilar porque está basado en obtener las condiciones óptimas operativas de los equipos a través de la reducción de las seis grandes pérdidas con la participación e intervención de todas las áreas involucradas a través de un trabajo organizado. Tavares [18] indica que se debe evitar el análisis superficial de los problemas, a través de la eliminación del “yo creo que”. Por otro lado, para alcanzar estos objetivos es necesario establecer metas, tener claros los puntos problemáticos e implantar una mejora a través de estudios y evaluaciones para su respectiva verificación y estandarización.

- **Mantenimiento planificado**

La elección de este pilar está basada en mejorar las actividades de mantenimiento con el fin de eliminar los problemas que pueda contener el equipo y a la vez poder gestionar de una mejor manera las tareas, tal como lo explica Cuatrecasas [9]

Desarrollo de los pilares

- **Mantenimiento planificado**

En la tabla 4 se observa un resumen del análisis de criticidad de las máquinas que conforman el proceso de elaboración de conserva y en base a los resultados se determinan que existen dos máquinas en estado crítico, como es la desgranadora de vaina con una criticidad de 84 con una frecuencia de falla de 4, es decir que, ocurren más de dos eventos al año, asimismo la cerradora ángelus cuenta con la misma frecuencia de falla, pero con una consecuencia de falla de 32 ya que su pérdida operacional es del 50 %, dicho indicador se determina por la cantidad de producto no procesado (tabla 1), es por ello que tiene una criticidad 128. En base a estos resultados se realizó un análisis de árbol de fallas de cada una de ellas con el fin de identificar cuál es la causa raíz. Por otro lado, los resultados de criticidad de cada una de las máquinas evaluadas se observan en los anexos 24 - 36.

Tabla 4: Resumen de la criticidad total de riesgo por máquina

Máquinas	Frecuencia	Consecuencia de falla	Criticidad total de riesgo
Caldera SMS	1	3	3
Desgranadora de vaina	4	21	84
Air cleaner	1	4	4
Transporte hidráulico	2	4	8
Lavadora Onley	4	4	16
Escaldador continuo	1	4	4
Marmita	4	6	24
Llenadora	4	4	16
Cerrador ángelus	4	32	128
Autoclave Ferlo	4	4	16
Selector óptico	2	2	4
Etiquetadora	4	4	16
Codificadora video jet	4	6	24

Fuente: Elaboración propia

Se elaboró dos árboles de falla por cada máquina con riesgo crítico, en este caso se tomaron la máquina cerradora y desgranadora:

En el árbol de falla de la máquina cerradora estuvo compuesta por tres fallas como: los desgastes en rolas de 1° y 2° operación, en los mandriles y de los brazos de cierre, lo que significa que si uno de estos componentes falla la cerradora no podía seguir operando, asimismo, se evaluó cada una de ella hasta encontrar la posible causa (anexo 37). Seguidamente se elaboró un AMEF para determinar en qué estado se encuentran los componentes analizados en el árbol de fallas es necesario calcular el número de prioridad de riesgo por medio de la fórmula 5 (anexo 38), donde se obtuvo que las rolas, los mandriles, brazos de cierre tiene un estado crítico con un NPR de 160, 140 y 126, respectivamente, ya que la falla de estos elementos ocasiona desbarnizado, rebabas y falso cierre de los envases. Por otro lado, como acciones recomendadas se consideró realizar capacitaciones en lubricación y alineación, así como también supervisar la limpieza de piezas de manera periódica.

De la misma forma se realizó un árbol de falla para la máquina desgranadora, la cual llega a parar si se presenta fallas de los siguientes elementos: rodamientos, ejes y la cadena de transmisión- S45 (anexo 39), asimismo, se evaluó cada una de ellas en un AMEF determinando que el valor del NPR en promedio es 147,67 lo que significa que los tres componentes se encuentran en un estado crítico, causando fricción, pérdida de velocidad y producción. Por último, se estableció como acciones recomendadas la revisión periódica por parte del mecánico encargado, como también capacitar al personal técnico en lubricación y alineación. (anexo 40). Agustiad y Cudney [19] explica que para reducir el número de paradas no planificadas y mantener la disponibilidad de las máquinas, es necesario realizar una inspección en el equipo. La metodología más adecuada para efectuar actividades de diagnóstico a través de análisis, es el mantenimiento predictivo y en base a los resultados es indispensable desarrollar dos tipos de análisis: análisis de lubricantes para comprobar el estado de los elementos internos de la máquina con la finalidad de alargar el ciclo de vida de cada uno de ellos y un análisis vibracional con el objetivo de identificar y predecir las anomalías mecánicas que puede sufrir una máquina.

En base al análisis que se realizó, se elaboró una estructura de un mantenimiento planificado donde las áreas involucradas de mantenimiento y producción deben seguir una secuencia lógica

según las etapas, que están conformada por el ciclo Deming. Asimismo, dicha estructura se centra en la evaluación y acciones de mejora a implementar. Cada recalcar que esta estructura se basó en un modelo realizado por Morales [20]

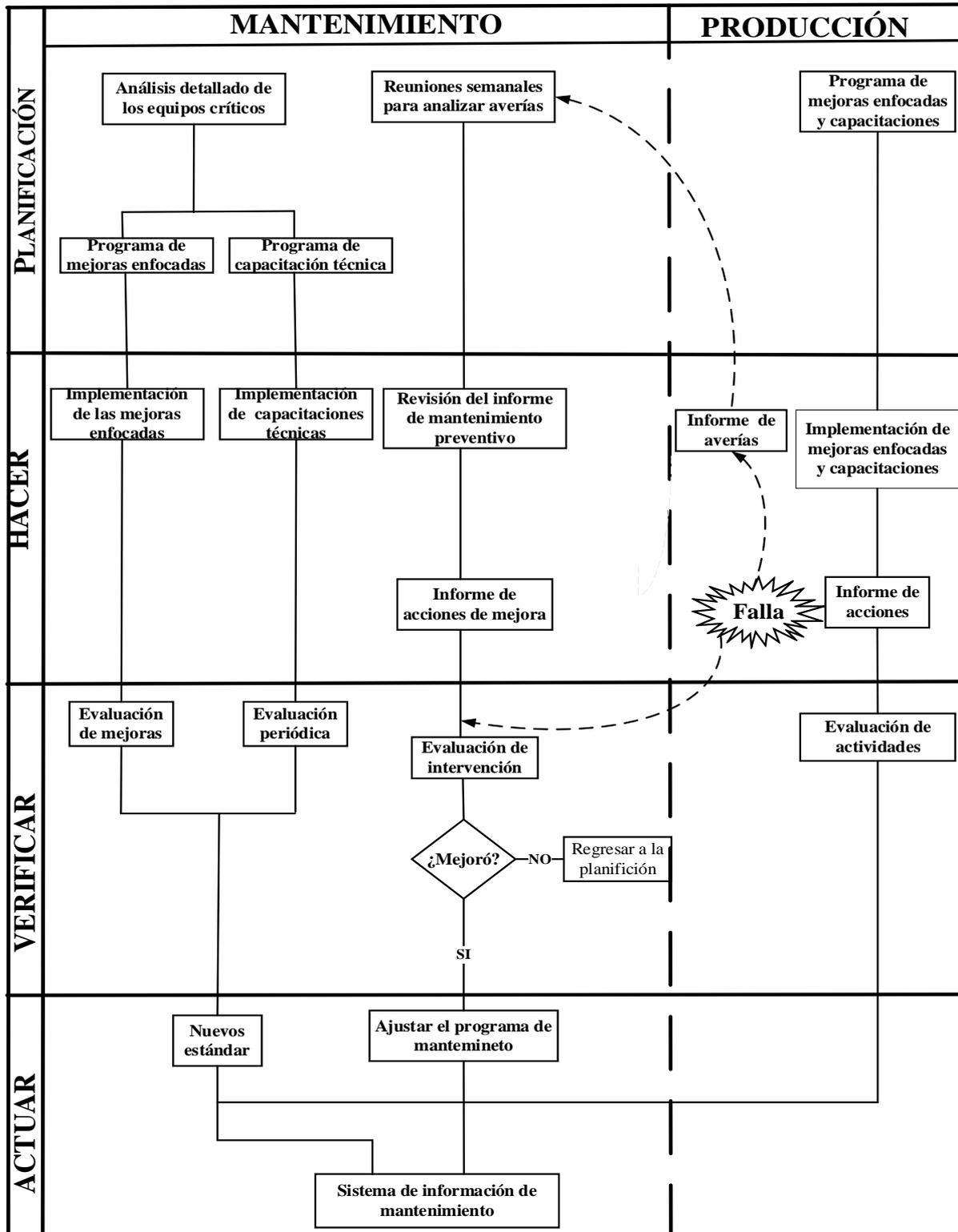


Figura 4: Estructura del mantenimiento planificado

Fuente: Elaboración propia. En base a Morales

- Mejoras enfocadas

En relación al proceso de mejora se ha seleccionado la operación de cerrado de envases, ya que durante la campaña julio 2019 – enero del 2020 se generaron productos defectuosos, lo que ocasionó pérdidas monetarias de S/7 557,66 por 12 344 envases y 2 962 kg de frejol. La operación de cerrado consiste en sellar los envases de 15 Oz que contiene grano de FPV y líquido de gobierno, donde se realiza por medio de una máquina cerradora Ángelus 69 P a una velocidad de 90 envases/min, el cierre está determinado en dos operaciones, la primera determina un primer cierre ya que el borde de la tapa debe acercarse lo más posible al cuerpo del envase, una vez que se ha alcanzado a engancharse pasa a una segunda operación que tiene la función de aplastar la primera operación de cierre, presionando los pliegues del metal, dejando así un cierre redondeado. Cabe recalcar que la primera operación es la más importante ya que si no se consigue un primer cierre adecuado, es imposible tener un envase con un cerrado aceptable, así lo indica JK Some. [21]

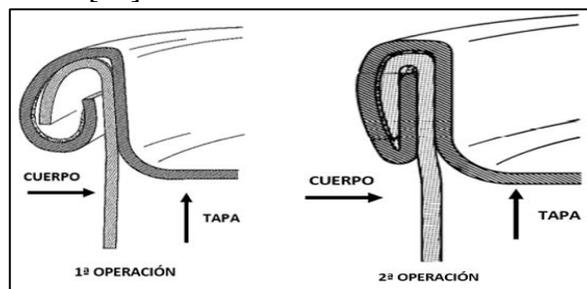


Figura 5: Operaciones del cerrado de envases de 15 Oz

Fuente: JK Some

En la operación de cerrado se ha producido el 54,8% de productos inconformes (figura 2). En base a ello, se realizó un AMEF de los defectos del producto (anexo 41), asimismo para un análisis más detallado y para identificar cual es la causa más probable por la que ocurre dichos defectos se elaboró una matriz de los 5 porqués. Entre las causas más significativas son originadas por el personal, que está involucrado en la parte técnica y operativa.

MATRIZ 5 PORQUÉS										
Productos defectuosos en un 54,8 %	Por qué (1)	Control	Por qué (2)	Control	Por qué (3)	Control	Por qué (4)	Control	Por qué (5)	Control
	Desbarnizado en el envase	Si	El mandril embona el envase con barniz	Si	Presencia de barniz en las rolas	Si	Falta de limpieza	Si	Falta de seguimiento de los operadores	No
	Presencia de abolladuras por debajo del cierre	Si	Gancho de cuerpo demasiado largo	Si	Ajuste inapropiado del mandril	Si	Uso inadecuado de los instrumentos de calibración	Si	Desconocimiento técnico	No
	Cierre inadecuado (falso cierre)	Si	Los mandriles no trabajan adecuadamente	Si	Los soportes inferiores no giran suavemente cuando el envase está en movimiento	Si	Lubricación inadecuada	Si	Desconocimiento técnico	No
	Presencia de rebabas alrededor del cierre	Si	Rulina de 1° operación, opera a baja velocidad	Si	Envase atrapado	Si	Exceso de producto en el envase	Si	Falta de dispositivo que controle el peso del producto	No

Figura 6: Matriz de 5 porqués

Fuente: Elaboración propia

Plan de acción

Con los resultados obtenidos, se determinó cuáles son las causas que originan los productos no conformes, y para disminuir las pérdidas, es necesario realizar un plan de acción, que consiste en capacitar al personal operativo y técnico que conforman la etapa de cerrado, para entender el funcionamiento general de la operación como también conocer los conceptos básicos del pilar de mejoras enfocadas, lo cual debe ser evaluado continuamente. Se elaboró dos formatos diferentes que evidenciara qué tan apto se encuentra el operador o técnico de realizar dichas actividades. (anexo 42- 43).

Por otro lado, es necesario establecer un grupo de trabajo donde estén relacionado el personal técnico – operador para debatir las posibles causas ante una no conformidad y así poder presentar soluciones viables. Cada reunión del grupo de trabajo debe estar documentado, presentando el motivo de la reunión y una propuesta de mejora para mantener un indicador de los cambios que se han realizado en el área. (anexo 44)

Procesadora Perú SAC cuenta con tres turnos, y existe una rotación de los operadores ya sea por semana o por mes, por ello se vio la necesidad de colocar una tarjeta roja adhesiva en la máquina con el objetivo de mantener la conexión entre el personal de cada turno, debido a que dicha tarjeta contendrá información del número de latas producidas, defectuosas, inconvenientes que se hayan originado en cada turno como el mecánico responsable de su revisión (anexo 45)

Para eliminar productos que contengan rebabas, ocasionados por envases que se encuentran fuera del peso establecido, es conveniente implementar un sensor que mida el nivel de llenado de los envases, asimismo el sensor capacitivo es ideal para dichas operaciones ya que se puede regular la sensibilidad del mismo según las especificaciones requeridas, por otro lado, dicho sensor trabajará con un PLC tipo TM241CE24R.

Las buenas decisiones en toda organización son fundamentales para resolver problemas en los procesos y esto se logra a través de soluciones estructuradas, del mismo modo, dentro de una organización es necesario establecer una cultura de mejora continua, la cual se adecúa a un ciclo Deming y por medio de la herramienta A3, recoge toda la información necesaria que va desde los problemas actuales hasta un plan de acción, por ello en el anexo 46 se muestra dicha herramienta donde se informa los problemas de la etapa de cerrado, así como un plan de acción por medio de la identificación de productos defectuosos según lo establecido por JK Some [21].

Resultados del Pilar de mejoras enfocadas

En base al análisis que se realizó con el método de los 5 porqués y el AMEF, se pudo detectar la causa raíz de cada uno de los efectos, lo que permitió desarrollar un nuevo análisis modal de efectos y fallas con las acciones recomendadas por cada una de las causas reales, asimismo se asignó un responsable por cada una de ellos, con la finalidad de reducir dichos efectos y a la vez reducir el NPR hasta llegar a un estado normal.

Etapa/función del proceso	Función	Efectos	Causas reales o potenciales	Acciones recomendadas	Responsable	Resultados de las acciones				ESTADO
						Nueva grav	Nueva frec	Nueva det	Nuevo NPR	
Etapa de cerrado	Obtener un cierre adecuado en latas de 15 Oz	Desbarnizado en el envase	Falta de seguimiento de los operadores	Capacitación en control de cierre	Operador cerrador	3	5	8	120	Normal
		Presencia de abolladuras por debajo del cierre	Desconocimiento técnico	Capacitación técnica en alineación	Mecánico	4	4	6	96	Normal
		Cierre inadecuado	Desconocimiento técnico	Capacitación técnica en lubricación	Mecánico	3	3	8	72	Normal
		Presencia de rebabas alrededor del cierre	Falta de dispositivo que controle el peso del producto	Adaptar dispositivo que controle el peso	Operador de producción	2	1	10	20	Normal

Figura 7: Análisis de modo y efecto de fallos por producto con acciones recomendadas

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación se propone implementar el pilar de mejoras enfocadas, ya que al aplicarlo se reduce en promedio un 66 % de los productos defectuosos, tal como indica la investigación experimental realizada por Tuarez [2]. En base a ellos los productos defectuosos disminuyeron en un 34 % representando 4 201 unidades, por otro lado, las pérdidas económicas por envase reducen a S/ 2 115,25 y por frejol a S/ 456, 83.

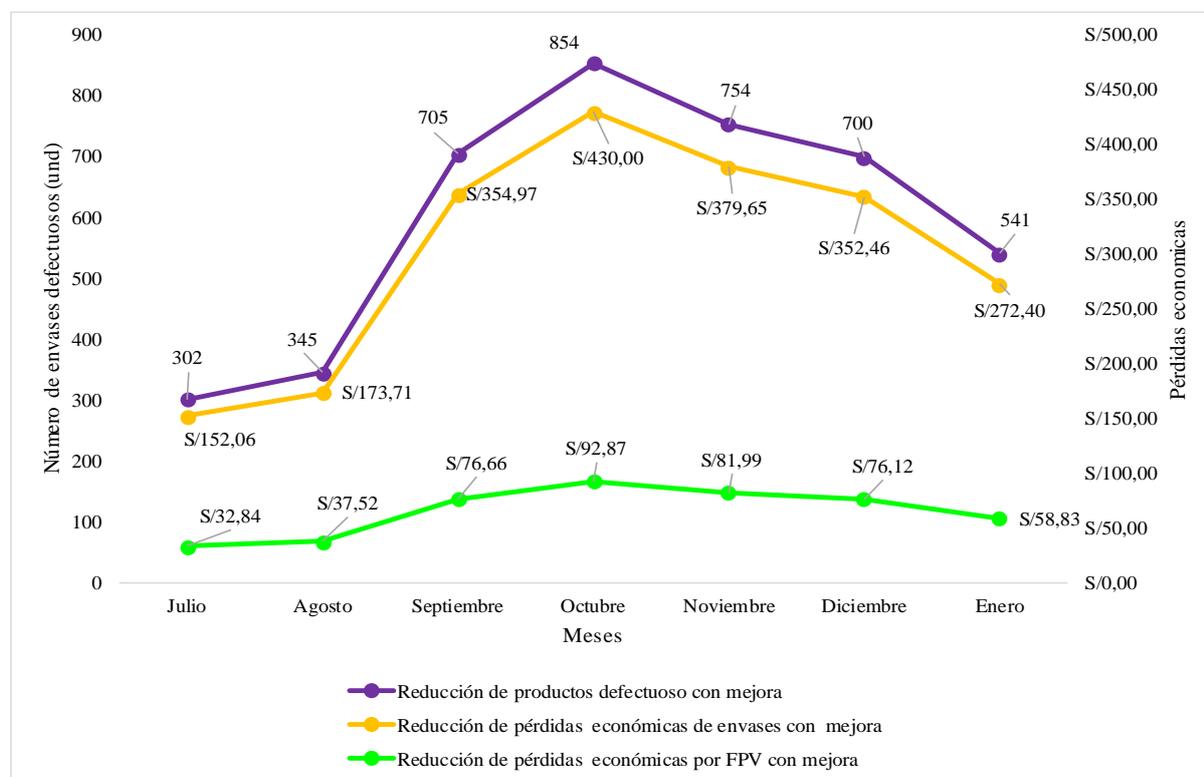


Figura 8: Reducción de pérdidas en la etapa de cerrado

Fuente: Elaboración propia

- Capacitación y entrenamiento

Para que un TPM en una empresa funcione es necesario mejorar las habilidades de los colaboradores, es decir, a cada uno de los técnicos u operadores se le debe adicionar conocimientos que ayuden a mejorar su trabajo; si bien es cierto, existen personas que tienen más de 5 años de experiencia y se puede percibir que no necesita capacitación alguna, es lo que muchos empresarios piensan al tener un personal con experiencia. Sin embargo, Leviitt [22], nos enseña que a pesar de tener una larga trayectoria, es necesario actualizar y buscar nuevos conocimientos, sobre todo se debe tener la actitud correcta, pues una persona con habilidades, conocimientos, pero sin la actitud adecuada es un problema, asimismo, una persona con dichas características es creativa y piensa de una manera diferente, lo que ayuda a resolver múltiples problemas.

El área de mantenimiento e infraestructura está conformada por 15 técnicos de los cuales catorce de ellos está destinado al proceso de conserva. Los técnicos tienen la profesión de mecánicos industriales y electricistas, nueve de ellos se encuentran laborando más de ocho años, los restantes vienen trabajando en la empresa alrededor de 6 meses – 2 años. Los temas de capacitación que más prevalecen en el área son: las buenas prácticas de manufactura, seguridad industrial, 5S y en temas de mantenimiento a nivel general.

La fórmula 6 determinó el número de personas capacitadas, en los temas de seguridad industrial y BPM se ha capacitado al 100% a los colaboradores de mantenimiento; cabe recalcar que estos temas son otorgados por las áreas de sistema integrado de gestión y producción, en lo que respecta los temas de 5S y mantenimiento no se ha cumplido en su totalidad; en el caso de las 5S no se ha capacitado a un técnico que está encargado de la cerradora, ya que es un personal nuevo que tiene alrededor de 6 meses laborando; asimismo en temas de mantenimiento solo se ha capacitado a los calderitas, electricistas y al mecánico encargado del área de peleado y limpieza de grano en temas eléctricos y obstrucción de tuberías, representando el 93 % y 33% respectivamente. (anexo 47)

En base al diagnóstico de cada una de las máquinas que conforman la línea de conserva, presentan fallas por la falta o inadecuada lubricación y alineamientos, originando altos costos, pues se presentan con una frecuencia de 2 a 3 veces por mes.

En el caso de las pérdidas por productos defectuosos se determinó que los principales problemas son la falta de seguimiento en la limpieza de rolas, lineación y lubricación de piezas de la máquina cerradora. Por ello, en base al análisis que se realizó es necesario mejorar las habilidades de los técnicos y operadores en temas de lubricación y alineación con la finalidad de reducir las paradas, asimismo los operadores cerradores deben recibir capacitaciones en la limpieza de las rolas de 1° y 2° operación y control de cierres ya que si no se controla, puede provocar hasta 18 cambios de juegos de rolas, cuando en realidad se puede trabajar con un juego anual tal como lo indica el Grupo Asper [23], expertos en la ingeniería de procesos de conserva y bebidas en envases metálicos.

Mwanzaa y Mbohwa [3], explican que si se mejora las habilidades del personal y que los mismos estén comprometidos y se involucren en el tema, se puede reducir los inconvenientes hasta un 69 %, lo cual puede ir perfeccionando continuamente. Por ello se estableció un cronograma de capacitaciones según los grupos y temas establecidos (anexo 48-50), asimismo cada capacitación será dictada los días lunes ya que es el día donde el área de mantenimiento

reúne a todos los colaboradores para realizar reparaciones, mantenimiento preventivo u otras actividades correspondientes al área. Se consideró cuatros meses de capacitación desde julio-agosto en semanas alternadas, se tomó los primeros meses de la campaña con el objetivo reducir las paradas en los meses de mayor producción.

- Indicadores de mejora de ingresos no percibidos

La reducción de paradas se estableció por medio de dos investigaciones que han implementado los pilares propuestos. Tuarez [2], al implementar el pilar de mejoras enfocadas y el entrenamiento al personal ha reducido las paradas por la falta o inadecuada lubricación en un 34 %, asimismo en la aplicación del pilar de entrenamiento logró mejorar el proceso en un 29%. Por otro lado, Adesta, Prabowo, Agusman [5], con el mantenimiento planificado reducen inconvenientes en un 63,5 %. Con dichas investigaciones se pudo disminuir las paradas en un 48,4 % lo que presenta 33, 303 horas menos. Al reducir las paradas no planificadas se ha determinado una nueva cantidad de productos no procesados y en base a ello se calculó en cuánto han reducido los ingresos no percibidos, obtenido una reducción del 52,9%, representado un total de \$ 15 504. (anexo 51).

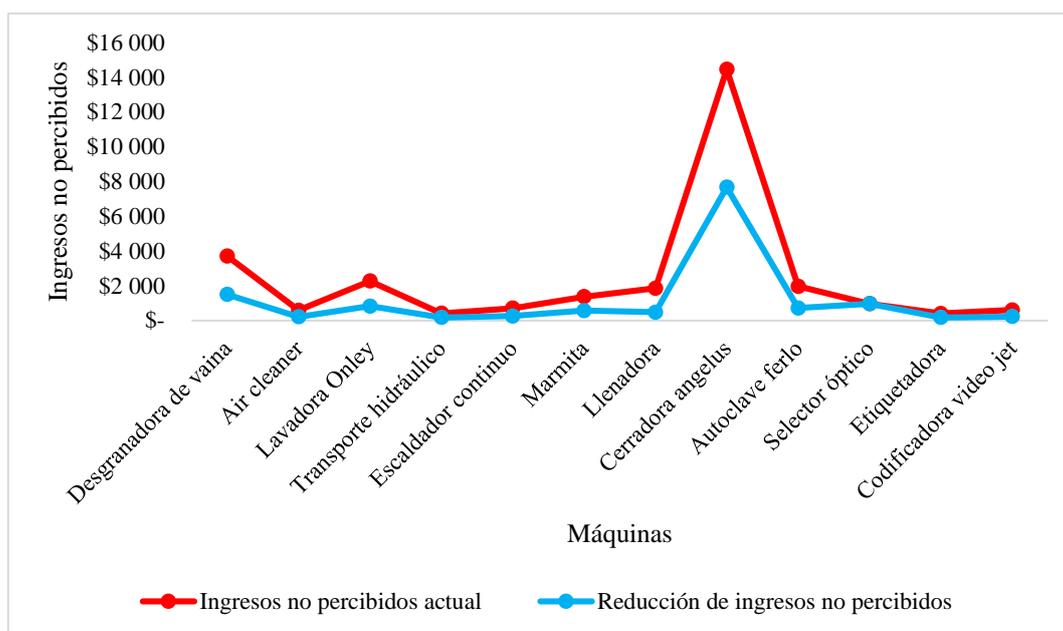


Figura 9: Horas de paradas VS ingresos no percibidos

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del nuevo OEE

Llontop [4] logró reducir los tiempos de preparación en un 25,9 % y los tiempos perdidos en 10,8 %, ya que en su investigación explica que al implementar TPM en un proceso, los colaboradores están en la capacidad de preparar la máquina en un menor tiempo, en base a ello, se disminuyó los tiempos innecesarios. Para calcular la calidad del producto, se centró en el análisis realizado en el pilar de las mejoras enfocadas, la cual logró reducir los productos defectuosos en la etapa de cerrado. En los meses de julio -agosto, tienen mayor índice de productos no conforme y esto se debe al incumplimiento del tratamiento término en la máquina autoclave Ferlo, la cual se originó por la caída del fluido eléctrico.

En la figura 11 se plasmó los tiempos promedio de cada indicador que fueron calculados en los anexos 53-56. Se obtuvo como resultado en promedio un OEE de 79,6 %, teniendo una calificación aceptable, asimismo si la empresa adopta las propuestas, aumenta su eficiencia global en un 5,85 %.

Tiempo disponible (horas)		720	
Tiempo de funcionamiento (horas)		586,29	Paradas planificadas 133,7
Tiempo de operación (horas)		497,7	Tiempo de preparación 88,63
Tiempo de operación neta (horas)		492,6	Paradas no planificadas 5,04
Tiempo de operación utilizable (horas)	467,68	Tiempo perdido	24,93
Producción real (und)		1 085 614	
Producción defectuosa (und)		2050	
Producción neta (und)		1 083 563	

Disponibilidad	84,0%
Eficiencia	95,0%
Calidad	99,8%
OEE	79,6%

Figura 10: Promedio de la eficiencia global de los equipos

Fuente: Elaboración propia

Análisis económico financiero

- Ingresos

Los ingresos no percibidos por máquina, se han reducido en un 52,9 % lo que representa un total de \$ 15 504, asimismo para elaborar el flujo de caja, es necesario realizar el cambio a moneda nacional. Actualmente \$1 representa S/3,59 (anexo 57). De la misma manera se redujo los costos por reparación o compras de elementos a S/14 516,06. (anexo 58).

La reducción de productos defectuosos permitió identificar en cuanto reduce las pérdidas económicas, asimismo se tomó en cuenta el costo por envase y kg, por lo cual se pudo determinar que se recupera S/ 4 100,08 por envases y S/ 885,50, por frejol. (anexo 59 – 60).

El beneficio económico de la reducción de envases defectuosos permitió recuperar 8 143 envases, lo cual se tiene una utilidad de S/0,38 por unidad, lo que resulta que al implantar la metodología TPM se recupera S/ 3 063, 80. (anexo 61)

- Egresos

Para implementar el sensor en la máquina llenadora, que tiene como objetivo eliminar aquellos productos que presenten rebabas alrededor del cierre, tiene un costo total de S/4 609,44. Dicho monto incluye 11 elementos necesarios para un correcto funcionamiento, además fueron cotizados por empresas que se encuentra en los

departamentos de Lima y Lambayeque, además, son proveedores autorizados de las marcas como Schneider, Tekpan y Autonics (anexo 62).

Los costos de capacitación tienen un total de S/7 873,06, costo que cubre los temas de lubricación, alineamientos y control de cierres, asimismo cada tema está conformado por un grupo de 8 colaboradores que necesita mejorar sus habilidades según el análisis realizado en dicha investigación, donde la institución TECSUP [24], especialista en formar personas a través de asesorías y capacitaciones en temas de ingeniería y tecnología, brindará capacitación en el tema de lubricación. ADEMINSa [25], líderes en el entrenamiento y certificación personal, brindará el tema de alineamiento; y, por último, ASPER [23], experto en la ingeniería de envases de conserva, se centrará en el tema de control de cierres. (anexo63)

El análisis que se realizó en el pilar de mantenimiento planificado se incluyó la metodología mantenimiento predictivo para realizar análisis de lubricación y vibración, donde dicho servicio será tercerizado por la empresa SEDISA [26], especializaste en brindar soluciones en el sector industrial. El análisis para las máquinas críticas que comprende la línea de conserva tiene un costo de S/ 1 347 la cual es un costo anual pues la línea solo procesa alrededor de 6 meses al año. (anexo 64)

En lo que respecta a los gastos administrativos, se incluye la contratación de un ingeniero especialista en gestión de mantenimiento con un sueldo aproximado de S/3 173,58, según lo establecido por Rankia [27], asimismo se le agregó el beneficio del 51 % que por derecho todo colaborador tiene. (anexo 65)

Por último, con la fórmula 7 se calculó el costo beneficio de implementar la metodología TPM en la línea de conserva de FVP, donde se determinó que por cada S/1 invertido tiene un beneficio de S/0,27. Siendo este un indicador alentador, lo que significa que la propuesta es viable económicamente.

Tabla 5: Flujo de caja

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
Reducción de los ingresos no percibidos	S/55 721,38				
Reducción de los costos de mantenimiento	S/14 516,06				
Reducción de pérdidas por envase	S/4 100,08				
Reducción de pérdidas por grano	S/885,50	S/885,50	S/885,50	S/885,50	S/885,50
Aumentos de los envases óptimos	S/3 063,80				
TOTAL, DE INGRESOS	S/78 286,83				
EGRESOS					
Costo de implementación de sensor	S/4 609,44				
Costo de capacitación	S/10 111,42				
Mantenimiento predictivo	S/1 347,00				
Gastos administrativos	S/57 505,27				
TOTAL, DE EGRESOS	S/73 573,13	S/58 852,27	S/58 852,27	S/58 852,27	S/58 852,27
Saldo bruto	S/4 713,69	S/19 434,56	S/19 434,56	S/19 434,56	S/19 434,56
Impuesto a la renta (30%)		S/5 830,37	S/5 830,37	S/5 830,37	S/5 830,37
Saldo final	S/4 713,69	S/13 604,19	S/13 604,19	S/13 604,19	S/13 604,19
Corriente de liquidez neta	S/4 713,69	S/13 604,19	S/13 604,19	S/13 604,19	S/13 604,19
Beneficio costo	1,27				

Fuente: Elaboración propia

- **Discusión**

Se puede apreciar que la empresa Procesadora Perú SAC, se encuentra con un OEE de 73,75%, asimismo, Carvalho, Helleno y Camello [6] en su investigación “*Análise da eficiência operacional de uma linha de produção da indústria de laticínios por meio do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (Overall Equipment Effectiveness)*” obtuvo un OEE del 74,5% la cual se encuentra en el mismo nivel que Procesadora Perú, ya que al encontrarse en una clasificación regular, Carvalho, Helleno y Camello [6] decidieron realizar múltiples mejoras para reducir las paradas no planificadas que se pueden presentar en el proceso.

Se buscó reducir los problemas que generan ingresos no percibidos, a través de la selección de los pilares de la metodología TPM y por medio de una evaluación se determinó cuáles son los pilares más adecuados para contrarrestar dichos problemas, el pilar más significativo fue educación y entrenamiento, donde el estudio realizado por Adesta, Prabowo y Agusman [5] concluyeron que la formación y la educación es esencial, es por ello que el 91,8% de las empresas de Indonesia lo aplican, por otro lado, el 63,5% de dichas empresa lograron desarrollar el mantenimiento planificado, consiguiendo innumerables beneficios dentro de la organización. Las mejoras enfocadas, es uno de los pilares esenciales en la investigación de Tuarez [2], ya que redujo perdidas en un 66%. Con ellos se puede decir que los pilares seleccionados son los más adecuado para aminorar los inconvenientes puesto que, los investigadores mencionados, comprobaron los beneficios de aplicar TPM.

Las empresas que han implementado el pilar de mantenimiento planificado en sus procesos han podido mejorar en un 63,5 %, tal como lo indica Adesta, Prabowo, Agusman [5], asimismo, al tener una estructura definida en colaboración con las áreas que comprende una organización se logra reducir en gran medida las paradas no planificadas.

El pilar de mejoras enfocadas logró reducir los productos defectuoso en la etapa de cerrado en un 34%. Además, las pérdidas económicas por envases y frejol se aminoraron significativamente. Dicha mejora se hizo posible gracias a la investigación realizada por Tuarez [2], ya que al emplear herramientas como los 5 porqués, AMEF y realizando pequeños cambios en el área de llenado, logró disminuir sus pérdidas en un 66%. Además, obtuvo un ahorro de \$5,70 por cada 1000 unidades.

Al mejorar las habilidades de manera continua de los colaboradores, puede mejorar el proceso hasta en un 69% ya que los mismo deben estar preparados para solucionar cualquier inconveniente tal como lo indica Mwanzaa y Mbohwa [3], por otro lado Tuarez [2], al aplicar este pilar logró aumentar la eficiencia del colaborador en un 29% .

Al desarrollar cada uno los pilares propuestos se redujo los ingresos no percibidos en un 52,9%. Asimismo, la eficiencia global aumento en 5,85%, indicador aceptable ya que las investigaciones en la cual se basó dicha investigación, lograron elevar el OEE en 8,17% en Tuarez [2], Llontop [4] a 2,34 % y Mwanzaa y Mbohwa [3] llevo a un 77 %.

Conclusiones

- Se logró minimizar los ingresos no percibidos de la empresa Procesadora Perú SAC en un 52,9 % representando un total de \$ 15 504, asimismo, fue necesario desarrollar tres pilares de la metodología TPM que tiene como finalidad reducir los tiempos muertos.
- Al analizar el diagnóstico en base a los ingresos no percibidos en la línea de conserva, se identificó que se debe al tiempo en horas de paradas por máquina debido a los múltiples fallos, ya que durante los meses que duro el proceso se originó 68,77 horas de paradas no planificadas, causando \$29 572 de ingresos no percibidos, por otro lado, identifico cuáles son las máquinas más críticas del proceso, como también la cantidad de productos defectuosos que en su mayoría son originados por la parte técnica – operativa. En base a ello se determinó que la empresa se encuentra en una clase mundial regular con un 73,7 %, y esto se debe a la baja disponibilidad que existió durante la campaña de conserva, pues obtuvo un en promedio de 77,9 %.
- Los pilares a seleccionar se determinaron según los problemas que se presentaron en toda la campaña, de los cuales prevalecieron las horas de paradas por máquina, la falta de compromiso del personal y la presencia de productos defectuosos, provocando los ingresos no percibidos, y por medio de herramientas se identificó que los pilares más adecuados para contrarrestar dichos problemas son: educación y entrenamiento de los colaboradores, mejoras enfocadas y el mantenimiento planificados.
- Se emplearon múltiples herramientas para desarrollar cada uno de los pilares seleccionados. El análisis de criticidad permitió identificar cuáles son las máquinas más críticas y en base a ello fue posible analizar las causas reales de las paradas por fallas, con los resultados obtenidos se desarrolló una estructura planificada con un enfoque de mejora continua, involucrando las áreas de mantenimiento y producción., con la finalidad de reducir las paradas no planificadas. Mejoras enfocadas se centró en el área de cerrado ya que tiene pérdidas económicas de S/ 7 557,66, por ello, se realizó un plan de acción que se basa en la mejora continua de habilidades y pequeños cambios en el funcionamiento de una las máquinas, reduciendo en un 34 % los productos defectuosos. Por otro lado, se recuperan 8 143 envases lo que representa en utilidades netas de S/3 063,80. En lo que respecta al pilar de entrenamiento y capacitación se determinaron cuáles son los temas que se deben capacitar a los colaboradores técnico-operativo, asimismo se estableció un cronograma por grupo y por tema con el objetivo de mejorar sus habilidades y reducir los tiempos muertos. Con la implementación de cada uno ellos se logra aumentar la disponibilidad y la eficiencia en un 6,1 % y 0,2 %, respetivamente, lo que hace que la organización se encuentre en una clasificación mundial aceptable con un OEE de 79,6 %.
- Con respecto a la viabilidad económica, se tiene un beneficio de S/ 0,27 por cada sol invertido, asimismo, se llega a recuperar un total de S/78 286,83 si implementan los pilares propuesto.

Recomendaciones

- Se recomienda a futuras investigaciones, desarrollar los pilares de mantenimiento autónomo y preventivo, ya que en la matriz de ponderación obtuvieron una puntuación promedio, además, se sugiere analizar qué impacto genera en los ingresos no percibidos.
- Se sugiere que partir de dicha investigación, puedan desarrollar futuras investigaciones en el rubro agroindustrial, asimismo con el desarrollo de los pilares planteados, analizar en cuánto reducen las paradas no planificadas y cómo afectan a la eficiencia global de los equipos (OEE)
- Se recomienda a futuros investigadores desarrollar el pilar de las mejoras enfocadas en las etapas más críticas del proceso.

Referencias

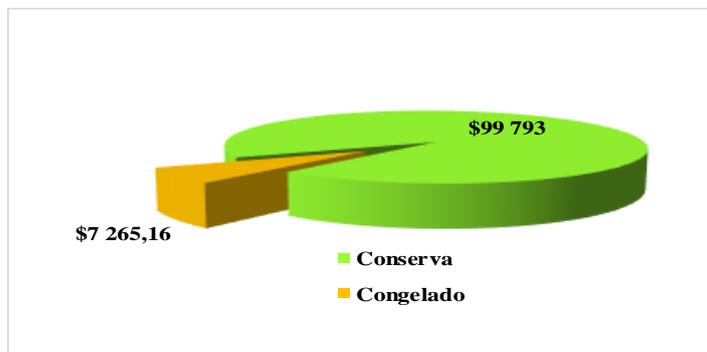
- [1] “Estudio de la situación actual de las empresas peruanas”, Inc. Ministerio de la Producción, Lima, Perú. [En línea]. Disponible: <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/790-estudio-de-la-situacion-actual-de-las-empresas-peruana> . [Accedido: 5- Sep-2019].
- [2] C. Tuarez, “Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total)”, tesis de maestría, Univ. Púb. EPSOL, Guayaquil, 2013.
- [3] B. Mwanza and C. Mbohwa “Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company,” ScienceDirect, vol. 4, pp. 461 – 470, 2015. doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.063.
- [4] L. Llontop, “Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca S.A.A,” tesis de maestría, Univ. Priv. USAT, Lambayeque, 2018.
- [5] E. Adesta, H. Prabowo and D. Agusman “Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance” Materials Science and Engineering, vol. 290, no. 1, pp. 86-96, 2018. doi:10.1088/1757-899X/290/1/012024.
- [6] R. Carvalho, A. Heleno y C. Camello “Análise da eficiência operacional de uma linha de produção da indústria de laticínios por meio do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (Overall Equipment Effectiveness)” Exacta, vol. 14, no. 4, pp. 653-644, 2016. doi:10.5585 / ExactaEP.v14n4.6627.
- [7] J. Hernández y A. Vizán , Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación, Madrid: Fundación EOI, 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion> [Accedido: 25- Oct-2019].
- [8] G. Garrido y S. García, Organización y gestión integral de mantenimiento, Madrid: Díaz de Santos, 2003. [En línea]. Disponible: <https://www.editdiazdesantos.com/libros/garcia-garrido-santiago-organizacion-y-gestion-integral-de-mantenimiento-L03005481601.html> [Accedido:25- Oct-2019].

- [9] L. Cuatrecasas, *TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*, España: Ediciones Gestión, 2000.
- [10] J. Cruelles, *La teoría de la medición del despilfarro*, Torrijos: ZADECON, 2010. [En línea]. Disponible: <https://docplayer.es/18583316-La-teoria-de-la-medicion-del-despilfarro-jose-agustin-cruelles.html> [Accedido:25- Oct-2019].
- [11] C. Parra y A. Crespo, *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos*, Sevilla: Ingeman, 2012. [En línea]. Disponible: https://books.google.com.pe/books?id=8xsnQ1aMg2gC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [Accedido:25- Oct-2019].
- [12] A. Creus, *Fiabilidad y seguridad*, España: Marcombo ediciones técnicas, 2005. [En línea]. Disponible: http://es.chekmezova.com/free-pdf/antonio_creus_sol.html [Accedido:25- Oct-2019].
- [13] La Administración Espacial Aeronáutica de Estados Unidos (NASA), *Standard for Performing a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and Establishing a Critical Items List (CIL) (DRAFT)*, Washington, 1949. [En línea]. Disponible: <https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/actions.html> [Accedido:17- Nov-2020].
- [14] P. Grima y J. Tort-Martorell, *Técnicas para la gestión de la calidad*, Madrid: Diaz de santos, 2000. [En línea]. Disponible: <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=6233> [Accedido:25- Oct-2019].
- [15] José Barrios, F. Gómez y M. Tejero, *Las 7 nuevas herramientas para mejorar la calidad*, Madrid: Fundación confemetal, 1997. [En línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=231008> [Accedido:11- may-2020].
- [16] “KPI’S para medir la gestión de RRHH”, Grupo Logis. [En línea]. Disponible: <https://grupologis.co/kpis-hhrr/>. [Accedido: 27- sep- 2020].
- [17] W. Sullivan, E. Wicks y J. Luxhoj, *Ingeniería económica de Degarmo*, México: Pearson educacion, 2004. [En línea]. Disponible: <https://www.lys.lat/index.php/es/libros-pdf/libros-ciencias-sociales/libros-economia/item/3550-ingenieria-economica-de-degarmo-12va-edicion-pdf-william-g-sullivan-elin-m-wicks-james-t-luxhoj> . [Accedido: 1- oct- 2020].
- [18] L. Tavares, *Administración moderna de mantenimiento*, Brasil: Novo Polo, 1967.
- [19] T. Agustiady y E. Cudney, *Total Productive Maintenance Strategies and Implementation Guide*, New York: CRC Press, 2016

- [20] F. Morales, “Estudio sobre el estado actual de la implementación del TPM en Chile”, Chile. [En línea]. Disponible: https://www.academia.edu/37104992/Indicadores_TPM [Accedido: 11- may-2020].
- [21] “Control de cierres”, Inc. JK. Some. Vizcaya, España. [En línea]. Disponible: <http://www.somme.com> . [Accedido: 22- jun.- 2020].
- [22] J. Levitt, *TPM Reloaded - Total productive maintenance*, New York: Industrial Press Inc, 2010.
- [23] “Ingeniería inversa para utillaje de cerradoras”, Asper, Lima, Perú. [En línea]. Disponible: <http://aspercoat.com/> [Último acceso: 28 -sep.- 2020].
- [24] “Lubricación de maquinaria industrial”, TECSUP, Lima, Perú. [En línea]. Disponible: <https://www.tecsup.edu.pe/programas-academicos/cursos-online/lubricacion-de-maquinaria-industrial> [Último acceso: 15 -oct.- 2020].
- [25] “Alineamientos de máquinas”, ADEMINSa, Lima, Perú. [En línea]. Disponible: <https://ademinsa.com/portfolio/alineamiento-de-maquinas/> [Último acceso: 15 -oct.- 2020].
- [26] “Mantenimiento predictivo”, SEDISA, Lima, Perú. [En línea]. Disponible: <https://www.sedisa.com.pe/servicios/servicio/mantenimiento-predictivo> [Último acceso: 20 - nov.- 2020].
- [27] B. Catalán, “Carreras más demandadas en el Perú”, Rankia, 28 septiembre 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.rankia.pe/blog/mejores-opiniones-peru/2335274-cuales-son-carreras-mas-demandadas-peru> . [Último acceso: 1 -oct- 2020].

Anexos

Anexo 1: Ingresos no percibidos durante el año 2019-2020



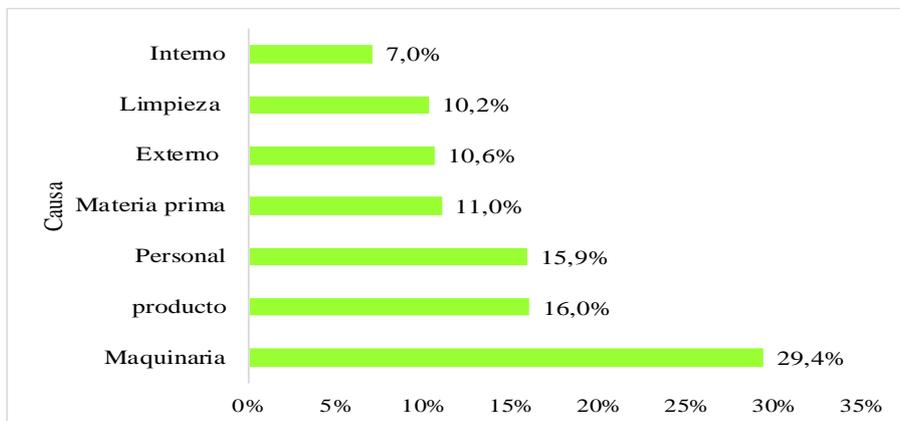
Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 2: Ingresos no percibidos durante el proceso de conserva de FPV en las campañas 2018 - (2019 -2020)



Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 3: Causas de los ingresos no percibidos



Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 4: Cálculo de los ingresos no percibidos de la desgranadora de vaina por falla

Mes	Falla		Costo de material	Tiempo de paradas (horas)	Bandejas /h	Total, de bandejas	Ingreso no percibido
Agosto	Faja sintético c 108	Faja sint c 001	S/ 280,00	0,5	208	104	\$204,03
	Chumacera para eje de 2"	Chum eje	S/445,99	0,8	208	167	\$327,62
	Rodamiento 6214 - 2z - skf/fag	Rod skf/fag 001	S/466,01	0,41	208	86	\$168,71
	Rodamiento 22313 ek - skf	Rod ek - skf 002	S/571,00	0,5	208	104	\$204,03
Octubre	Lona sanitaria 29.6 cm x 9.60 mx 3 mm de espesor	Lona san 001	S/469,83	0,7	208	146	\$286,42
	Rodamiento cónico skfr 32207 j2/q	Rod co 003	S/73,60	0,25	208	52	\$102,01
	Falla mecánica de faja 0	Mec faja 003	S/255,00	0,6	208	125	\$245,23
	Falla mecánica faja elevadora vaina	Falla elav	S/280,00	0,4	208	84	\$164,79
	Falla mecánica ruptura eje de acero	Rup eje de acero 004	S/285,00	0,8	208	167	\$327,62
	Rotura de cadena de transmisión S45	Rot cadena	S/268,00	0,7	208	146	\$286,42
	Cambio de mallas	Desg mallas	S/170,00	0,5	208	104	\$204,03
Noviembre	Falla mecánica faja puente	Mec faja p	S/268,00	0,71	208	148	\$290,35
	Falla tambor	Tambor	S/105,00	0,5	208	104	\$204,03
	Falla elevadora de vaina	Falla elev	S/278,00	0,7	208	136	\$266,80
	Desprendimiento cadena -trans S45	Rot cadena	S/268,00	0,5	208	109	\$213,84
	Falla mecánica ruptura eje de acero	Rup eje de acero 004	S/255,00	0,5	208	104	\$204,03
							\$3 699,95

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 5: Cálculo de los ingresos no percibidos de la lavadora Onley por falla

Mes	Falla	Costo	Tiempo de paradas (HORAS)	Bandejas/H	Total de bandejas	Ingreso no percibido
Junio	Faja de transmisión a-57	A S/ 28,00	1,26	208	263	\$537,20
Agosto	Faja sintética a - 43	B S/ 48,00	2	208	416	\$849,71
Octubre	Válvula compuerta bronce 2"	C S/ 112,90	2,08	208	433	\$884,44
						\$2 271,35

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 6: Cálculo de los ingresos no percibidos del transporte hidráulico por falla

Mes	Falla	Costo	Paradas (horas)	Bandejas/h	Total de bandejas	Ingreso no percibido
Octubre	Rodaje 6304 2rs/c3 skf	A S/23,60	0,2	208	42	\$82,40
	Sello mecánico 18 mm con resorte cónico	B S/32,00	0,5	208	104	\$204,03
	Reten 18 x 30 x 6	C S/34,80	0,3	208	63	\$123,59
						\$410,02

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 7: Cálculo de los ingresos no percibidos de la marmita por falla

Mes	Falla	Costo	Paradas (horas)	Bandejas/h	Total, de Bandejas	Ingreso no percibido	
Septiembre	Sello mecánico con resorte cónico para eje 25mm viton	Sello mec	S/ 205,00	0,40	280,00	112,00	\$219,72
	Reten de 25 x 42 x 7 de viton- desgaste	Desg reten	S/ 39,00	0,20	280,00	56,00	\$109,86
	Rodaje 6004 2rsh c3	Rod 001	S/ 20,00	0,20	280,00	56,00	\$109,86
	Rodaje 6205 2rs/c3 skf	Rod 002	S/ 18,90	0,24	280,00	68,00	\$133,40
Noviembre	Niple inox 1" 1/2 x 15cm	Niple 003	S/ 216,00	0,42	280,00	118,00	\$231,49
	Niple inox 1" 1/2 x 10 cm	Niple 004	S/ 144,00	0,42	280,00	118,00	\$231,49
	Formador de empaquetadura adex - desgaste	Desg emp	S/ 45,00	0,60	280,00	168,00	\$329,58
						\$1 365,41	

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 8: Cálculo de los ingresos no percibidos de la llenadora por falla

Mes	Falla	Costo	Tiempo de parada (horas)	Bandejas/h	Total de Bandejas	Ingreso no percibido
Septiembre	Atascamiento	A S/ 7,50	0,70	280,00	196,00	\$384,51
	Falla mecánica	B S/ 35,00	0,53	280,00	149,00	\$292,31
	Calibración de llenadora	C S/ 13,00	0,20	280,00	56,00	\$109,86
	Calibración de llenadora	C S/ 13,00	0,14	280,00	40,00	\$78,47
	Falla mecánica	B S/ 45,00	0,75	280,00	210,00	\$411,98
Noviembre	Atascamiento	A S/ 10,00	0,56	280,00	157,00	\$308,00
	Ruptura de arandela	D S/ 6,50	0,50	280,00	140,00	\$274,65
						\$1 860

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 9: Cálculo de los ingresos no percibidos de la autoclave Ferlo por falla

Mes	Falla	Costo	Paradas (horas)	Bandeja/h	Total de bandeja	Ingreso no percibido
Julio	Manguera neumática plástico 6 mm	A S/45,00	1,5	208	312	\$612,08
Agosto	Sello mecánico de Viton de tipo 12 p/eje 28mm	B S/237,00	1,2	208	250	\$490,45
Septiembre	Resorte de tracción inox ø10mm x 36 mm a 56 mm largo, espesor 1 mm	C S/ 396,48	0,9	208	188	\$368,82
Noviembre	Sello mecánico de Viton de tipo 12 p/eje 28mm	B S/248,80	1,2	208	250	\$490,45
						\$1 961,80

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 10: Cálculo de los ingresos no percibidos de la Codificadora Video Jet 1220 por falla

Mes	Falla	Costo	Paradas (HORAS)	Bandejas/h	Total de Bandejas	Ingreso no percibido
Agosto	Conector CH DIN , 3 enchufes - macho	A S/354,35	0,45	208	94	\$184,41
	Sensor inductivo L1PN-M121ON-O3U2-Plastico	B S/424,45	0,18	208	38	\$74,55
Septiembre	Filtros dañados	C S/75,00	0,15	208	32	\$62,78
	Mangueras dañadas	D S/125,50	0,20	208	42	\$82,40
Noviembre	Filtros dañados	C S/75,00	0,50	208	104	\$204,03
						\$608,16

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 11: Cálculo de los ingresos no percibidos de la cerradora Ángelus 69 P por falla

Meses	Falla		Costo	Tiempo de paradas (horas)	Bandejas/h	Total de bandejas	Ingreso no percibido
Julio	Resorte gatillo - ángelus 69p	Resort g 001	S/ 93,46	0,70	208	146,00	\$286,42
	Resorte de freno de entrada de envases - ángelus 69p	Resort fr 002	S/ 186,91	0,50	208	104,00	\$204,03
	Resorte de leva activador de botadores	Resort bo 003	S/ 38,94	0,82	208	171,00	\$335,47
	Resorte para embrague - ángelus 69p	Resort emb 004	S/ 140,18	0,60	208	125,00	\$245,23
	Resorte acero de botador de tapa cerradora 69p	Resort bo 003	S/ 233,64	0,70	208	146,00	\$286,42
	Resorte acero de banco de cierre cerradora 69p	Resort ban 005	S/ 1 004,65	0,68	208	142,00	\$278,58
	Resorte acero doble de palanca de cierre cerradora 69p	Resort palan 006	S/ 373,82	0,70	208	146,00	\$286,42
	Rolas de 1º operación R6J	Rolas de 1º Op	S/ 973,50	1,26	208	263,00	\$515,95
	Rola de 2ª operación inox 12001	Rola de 2ª Op	S/ 973,50	1,40	208	292,00	\$572,85
	Mandril inox lata 15 onz	Mandril inox	S/ 467,28	1,30	208	271,00	\$531,65
Agosto	Mandril inox lata 15 onz	Mandril inox	S/ 467,28	1,37	208	285,00	\$559,11
	Grasera zincada recta de ø1/4" - 28 unf	Grasera zincad	S/ 60,00	1,05	208	219,00	\$429,63
	Brazo de cierre de 1era operación - ángelus 69p	Brazo 1ª Op	S/ 428,34	1,25	208	260,00	\$510,07
	Brazo de cierre de 2da operación - ángelus 69p	Brazo 2ª Op	S/ 467,28	1,20	208	250,00	\$490,45
	Rodillo seguidor de leva	Rodillo lev	S/ 700,92	0,84	208	175,00	\$343,32
	Pin excéntrico para rodillo seguidor de leva de cierre	Pin exc lev	S/ 545,16	1,30	208	271,00	\$531,65
	Varilla muelle cabezal 1era operación - ángelus 69p	Var cab 1ª Op	S/ 467,28	1,00	208	208,00	\$408,05
	Brazo de cierre de 2ª operación	Brazo de 1ª Op	S/ 467,28	1,01	208	211,00	\$413,94

	Tope de bronce regulación rueda de cierre - ángelus 69p	Tope de bronce	S/ 342,67	1,30	208	271,00	\$531,65
	Bulón de fijación de rueda de cierre - ángelus 69p	Bulón fijación	S/ 311,52	1,45	208	302,00	\$592,46
	Uña gatillo disparo de tapas - ángelus 69p	Uña gato	S/ 175,23	1,20	208	250,00	\$490,45
	Rueda uña de arrastre de tapa - ángelus 69p	Rued uña	S/ 280,37	0,92	208	192,00	\$376,67
	Varilla de botador completa (varilla, campana y botador)	Var de bot	S/ 623,04	1,20	208	250,00	\$490,45
	Rolas de 1° Operación R6J	Rolas de 1° Op	S/ 973,50	1,25	208	260,00	\$510,07
	Rola de segunda operación inox 12001	Rola de 2° Op	S/ 973,50	1,28	208	267,00	\$523,80
	Mandril inox lata 15 onz	Mandril inox	S/ 1 401,84	1,40	208	292,00	\$572,85
	Reten doble labio jebe 42 x 62 x 10 x 5	Reten doble	S/ 27,00	0,86	208	179,00	\$351,16
	Rodaje 16002 SKF	Rodaje SKF	S/ 511,88	1,25	208	260,00	\$510,07
	Rolas de 1° Operación R6J	Rolas de 1° Op	S/ 2 962,10	1,30	208	271,00	\$531,65
	Rola de segunda operación inox 12001	Rola de 2° Op	S/ 2 962,10	1,35	208	281,00	\$551,27
	Mandril inox lata 15 onz	Mandril inox	S/ 947,87	1,25	208	260,00	\$510,07
	Brazo de cierre de 2ª operación	Brazo de 2ª Op	S/ 533,50	0,88	208	184,00	\$360,97
	Resorte acero de botador de tapa	Resort bo 003	S/ 118,55	0,80	208	167,00	\$327,62
							\$14 460,43

Fuente: Empresa Procesadora Perú SA

Anexo 12: Cálculo de los ingresos no percibidos de la etiquetadora por falla

Mes	Falla		Costo	Paradas (horas)	Bandeja /h	Total de bandejas	Ingreso no percibido
Junio	Cambio de resorte fierro	A	S/ 20,30	0,15	208	32,00	\$62,78
Julio	Faja cuero poliamida 30 mm anch. X 5.5 mm esp. X 3.70 m sinfín	B	S/ 255,37	0,16	208	34,00	\$66,70
Septiembre	Faja cuero poliamida 30 mm anch. X 5.5 mm esp. X 3.70 m sinfín	B	S/ 258,87	0,20	208	42,00	\$82,40
	Resortes de presión en inox aisi 302 din 10270-3	C	S/ 35,28	0,10	208	21,00	\$41,20
Octubre	Rodamiento yar 204-012	D	S/ 60,00	0,10	208	21,00	\$41,20
	Rodamiento yar 204-012	D	S/ 60,00	0,10	208	21,00	\$41,20
	Juego de engranaje cónico de diente recto z54 y z18	E	S/ 1 156,40	0,16	208	34,00	\$66,70
							S/ 402,17

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 13: Ingresos no percibidos por las fallas del selector Óptico por mes

Mes	Falla	Paradas (horas)	Bandejas/h	Total, de bandejas	Ingreso no percibido
Agosto	Falla del laser	1	280	280	\$549,30
	Falla del software	0,75	280	210	\$411,98
					\$961,28

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 14 : Costo de compra VS Ingresos no percibidos de las fallas por mes del Escaldador continuo.

Mes	Falla	Costo	Tiempo de paradas (h)	Ingreso no percibido
Octubre	Cadena simple SKF 16b fierro negro paso 1"	S/180,00	1,73	\$706,25

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 15: Falla de la caldera SMS por mes

Mes	Falla	Costo
Octubre	Desgaste de la empaquetadura de asbesto 1/4"	S/70,00

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 16: Costo de compra VS Ingresos no percibidos de las fallas por mes del Air cleaner

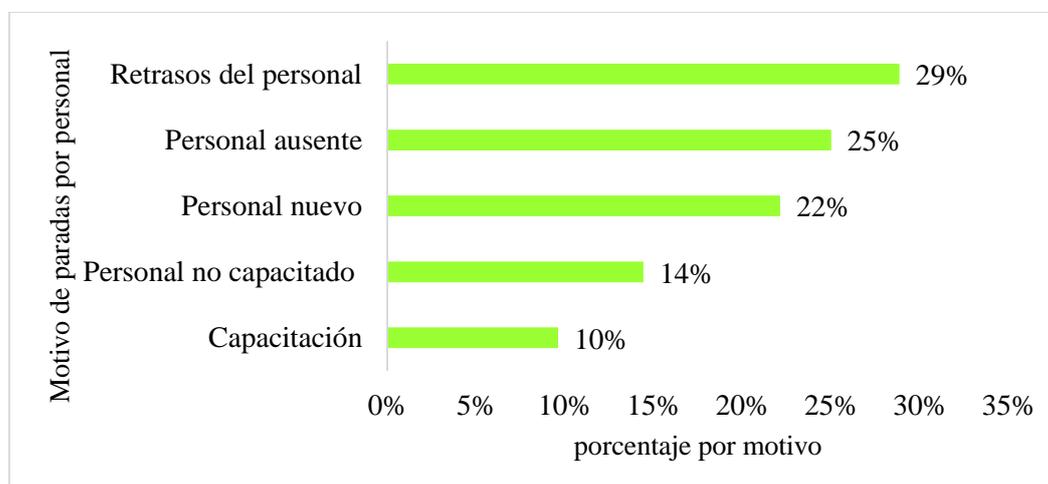
Mes	Falla	Costo	Tiempo de parada (h)	Ingreso no percibido
Julio	Faja sintética C77	s/ 104,00	1,43	\$584,62

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 17: Resumen de los costos generados por corte del fluido eléctrico

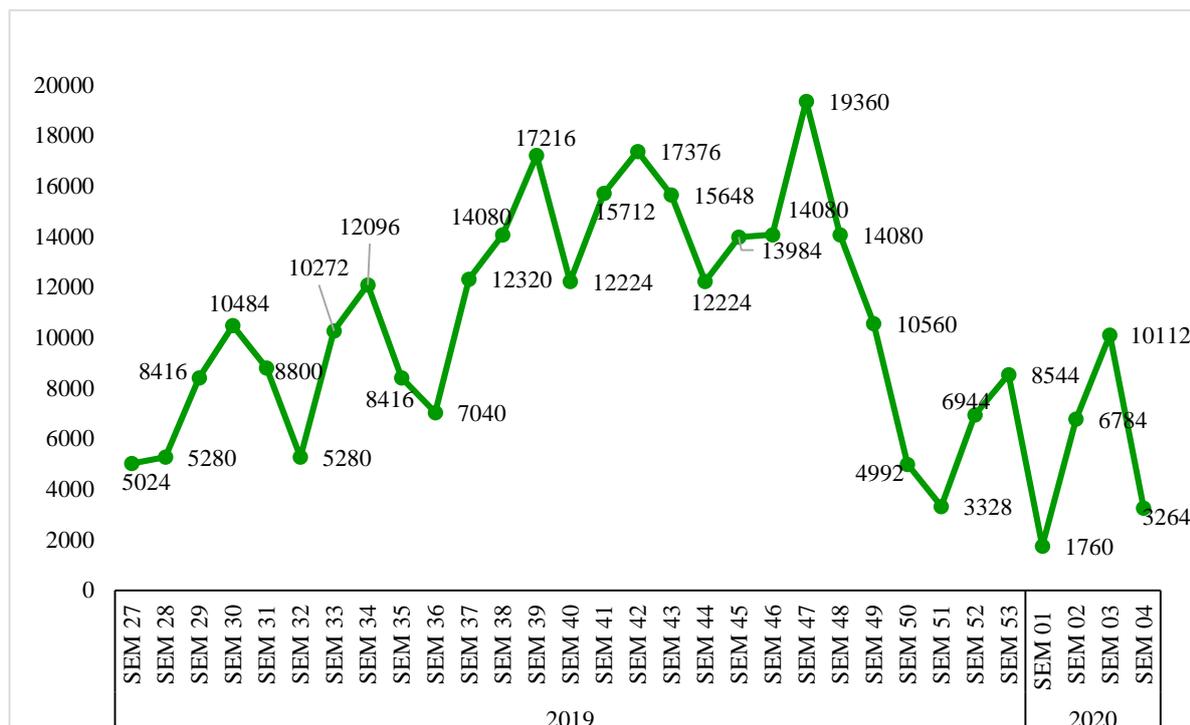
Día	Tipo de No calidad	Actividad	Total (S/.)
12/07/2019	Mal tratamiento térmico	P. Procesado	S/11 878,81
17/08/2019	Mal tratamiento térmico	P. Procesado	S/7 886,55
17/08/2019	Enfriamiento de coches manual	P. Procesado	S/100,50
17/08/2019	Retención de coche	P. Procesado	S/3 992,52
23/11/2019	Enfriamiento de coches manual	P. Procesado	S/354,84
			S/24 213,22

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 18: Motivos de paradas por personal

Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC

Anexo 19: Número de bandejas exportadas durante la campaña 2019 -2020



Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Análisis de la disponibilidad de los equipos en horas

MES	TD	TP	TF	TPRE	TO	TNP	TON	DISPONIBILIDAD
JULIO	792	168	624	135	489	13,16	475,84	76,26%
AGOSTO	744	144	600	125	475	25,41	449,59	74,93%
SEPTIEMBRE	720	120	600	125	475	4,91	470,09	78,35%
OCTUBRE	744	120	624	130	494	18,21	475,79	76,25%
NOVIEMBRE	720	120	600	125	475	7,08	467,92	77,99%
DICIEMBRE	744	192	552	92	460	0	460	83,33%
ENERO	576	72	504	105	399	0	399	79,17%
Promedio	720	133,7	586,3	119,6	466,7	9,8	456,9	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Análisis de la eficiencia de los equipos en horas

MES	TON	TPE	TOU	EFFECTIVIDAD
JULIO	475,84	9,37	466,47	98%
AGOSTO	449,59	25,31	424,28	94%
SEPTIEMBRE	470,09	38,99	431,1	92%
OCTUBRE	475,79	22,62	453,17	95%
NOVIEMBRE	467,92	34,34	433,58	93%
DICIEMBRE	460	24,63	435,37	95%
ENERO	399	11,15	387,85	97%
Promedio	456,9	23,77	433,12	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Análisis de la calidad del producto en unidades

	UNIDADES PRODUCIDAS	PRODUCTO DEFECTUOSO	PRODUCTO ÓPTIMO	CALIDAD
JULIO	706 860	5964	70 0896	99,2%
AGOSTO	1 082 826	6 090	1 076 736	99,4%
SETIEMBRE	1 384 472	2072	1 382 400	99,9%
OCTUBRE	1 552 333	2 509	1 549 824	99,8%
NOVIEMBRE	1 518 247	2 215	1 516 032	99,9%
DICIEMBRE	826 889	2 057	8 248 32	99,8%
ENERO	527 669	1 589	526 080	99,7%
Promedio	1 085 614	3 214	1 082 400	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23: Eficiencia global de los equipos

	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA	CALIDAD	OEE
JULIO	76,26%	98,0%	99,2%	74,1%
AGOSTO	74,93%	94,4%	99,4%	70,3%
SETIEMBRE	78,35%	91,7%	99,9%	71,7%
OCTUBRE	76,25%	95,2%	99,8%	72,5%
NOVIEMBRE	77,99%	92,7%	99,9%	72,2%
DICIEMBRE	83,33%	94,6%	99,8%	78,7%
ENERO	79,17%	97,2%	99,7%	76,7%
PROMEDIO	78,04%	94,8%	99,7%	73,75%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Análisis de criticidad de la máquina caldera SMS

	Ponderación	Criterio	Caldera SMS
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	1
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	1
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes.	
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios.	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	1

Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	1
Frecuencia			1
Consecuencia de falla			3
Criticidad total de riesgo			3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Análisis de criticidad de la máquina desgranadora de vaina

	Ponderación	Criterio	Desgranadora de vaina
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	3
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	4
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	1
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	8
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	

3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas
1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales
Frecuencia	
4	
Consecuencia de falla	
21	
Criticidad total de riesgo	
84	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26: Análisis de criticidad de la máquina Air Cleaner

	Ponderación	Criterio	Air cleaner
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	1
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	1
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	2
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	1
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	1
Frecuencia			1
Consecuencia de falla			4
Criticidad total de riesgo			4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27: Análisis de criticidad de la máquina Lavadora Onley

	Ponderación	Criterio	Lavadora Onley
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	1
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	2
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	1
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	1
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	
Frecuencia			4
Consecuencia de falla			4
Criticidad total de riesgo			16

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28: Análisis de criticidad del transporte hidráulico

	Ponderación	Criterio	Transporte hidráulico
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	2
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	1
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	2
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	1
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	1
Frecuencia			2
Consecuencia de falla			4
Criticidad total de riesgo			8

Fuente: Elaboración propia

Anexo 29: Análisis de criticidad de la máquina Escaldador continuo

	Ponderación	Criterio	Escaldador continuo
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	1
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	1
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	2
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	1
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	1
	Frecuencia		1
	Consecuencia de falla		4
	Criticidad total de riesgo		4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 30: Análisis de criticidad de la máquina llenadora

	Ponderación	Criterio	Llenadora
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	1
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	2
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	1
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	1
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	
Frecuencia			4
Consecuencia de falla			4
Criticidad total de riesgo			16

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31: Análisis de criticidad de la máquina marmita

	Ponderación	Criterio	Marmita
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 0,5 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	1
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	4
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	1
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	1
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	
Frecuencia			4
Consecuencia de falla			6
Criticidad total de riesgo			24

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32: Análisis de criticidad de la máquina Cerradora Ángelus 69 P

	Ponderación	Criterio	Cerradora A. 69 P
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	7
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	4
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	1
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	3
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	
Frecuencia			4
Consecuencia de falla			32
Criticidad total de riesgo			128

Fuente: Elaboración propia

Anexo 33: Análisis de criticidad de la máquina Autoclave Ferlo

	Ponderación	Criterio	Autoclave Ferlo
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	1
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	2
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	1
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	1
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	
Frecuencia			4
Consecuencia de falla			4
Criticidad total de riesgo			16

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34: Análisis de criticidad de la máquina Selector óptico

	Ponderación	Criterio	Selector óptico
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	2
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	1
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	1
Frecuencia			2
Consecuencia de falla			2
Criticidad total de riesgo			4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 35: Análisis de criticidad de la máquina codificadora video jet

	Ponderación	Criterio	Codificadora Video Jet
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	1
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	4
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	1
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	1
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	
Frecuencia			4
Consecuencia de falla			6
Criticidad total de riesgo			24

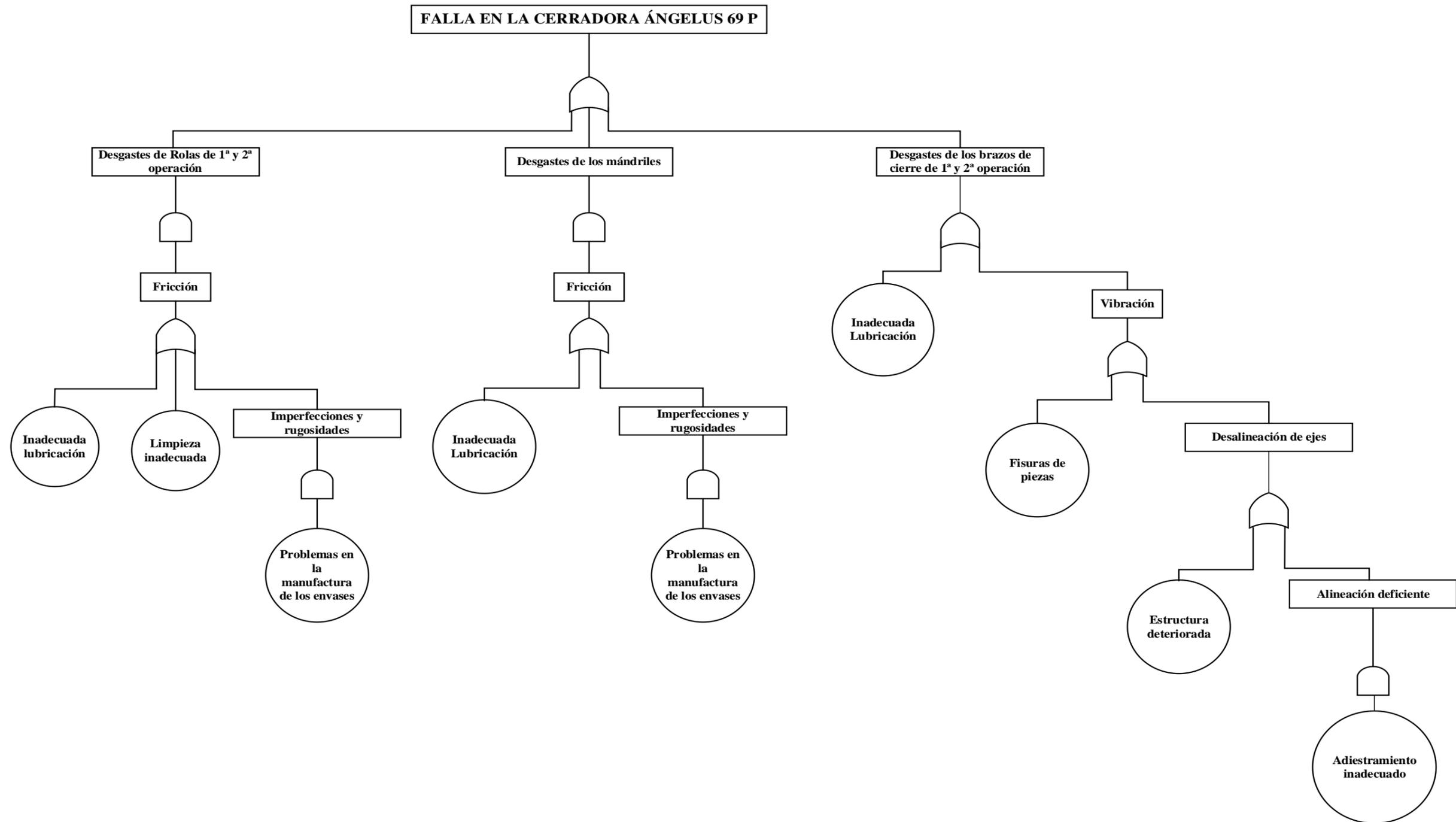
Fuente: Elaboración propia

Anexo 36: Análisis de criticidad de la máquina etiquetadora

	Ponderación	Criterio	Etiquetadora
Frecuencia	4	Mayor a 2 eventos al año	4
	3	1 y 2 eventos al año	
	2	entre 05 y un 1 evento al año	
	1	menos de 0,5 eventos al año	
Impacto operacional	10	Pérdidas de producción superiores al 75%	1
	7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %	
	5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %	
	3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %	
	1	Pérdidas de producción menor al 10%	
Impacto por flexibilidad operacional	4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempo de reparación y logística muy grandes	2
	2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de formas parcial el impacto de producción y logística intermedios	
	1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	
Costo por mantenimiento	2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a S/20 000	1
	1	Costes de preparación, materiales y mano de obra inferiores a S/ 20 000	
Impacto en seguridad, higiene y ambiental	8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	1
	6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud del personal y/ o incidente ambiental de difícil restauración	
	3	Riesgo mínimo de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/ o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	
	1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud del personal ni daños ambientales	
Frecuencia			4
Consecuencia de falla			4
Criticidad total de riesgo			16

Fuente: Elaboración propia

Anexo 37: Árbol de fallas de la máquina cerradora ángelus 69 p



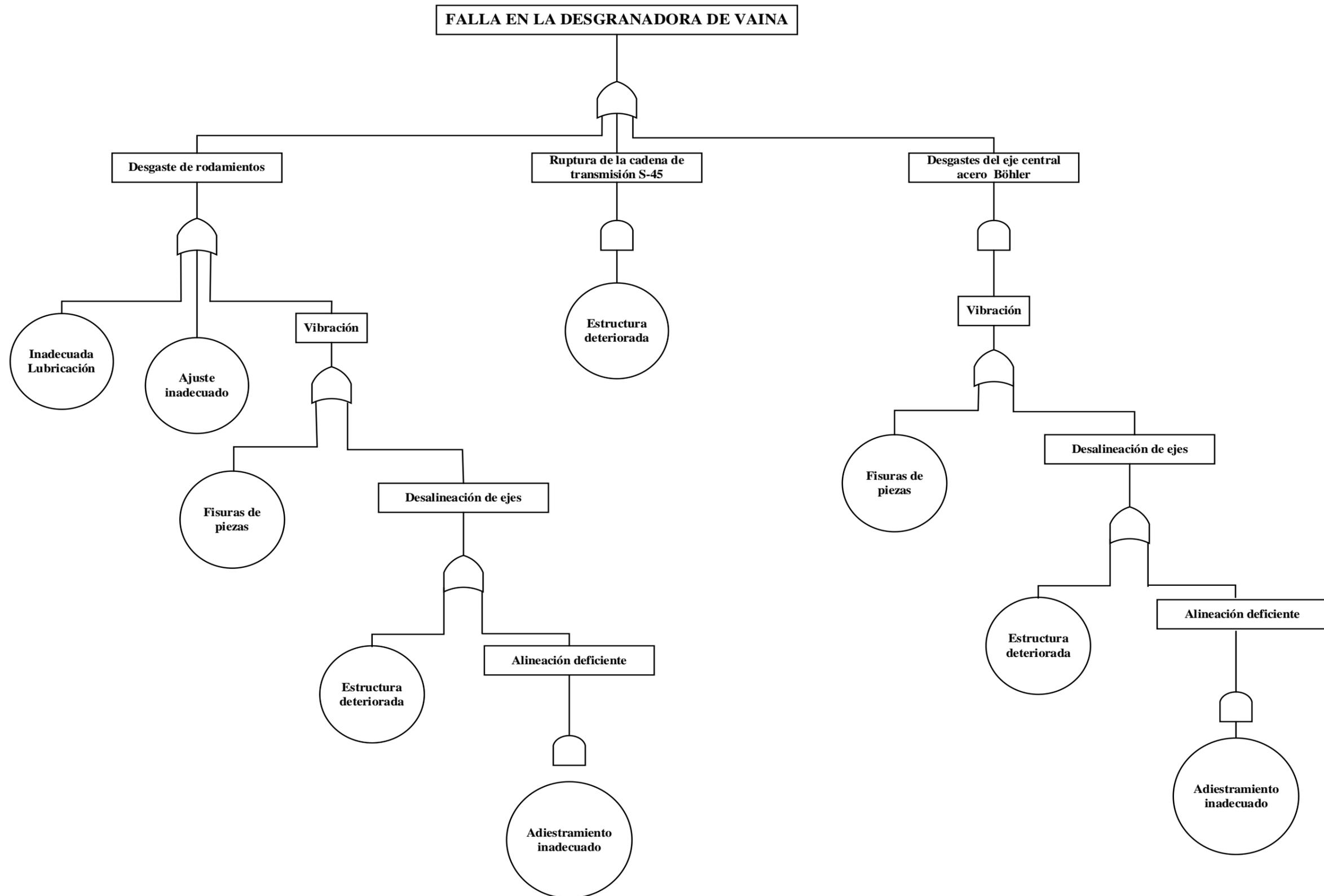
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 38: AMEF de la máquina cerradora ángelus 69 p

ELEMENTOS / COMPONENTE	Función	Modos de falla	Efectos	Gravedad	Causas reales o potenciales	Frecuencia	Diseño de controles	Detección	NPR	ESTADO	Acciones recomendadas	Responsable	Resultados de las acciones				ESTADO
													Nueva grav	Nueva frec	Nueva det	Nuevo NPR	
Rolas de 1ª y 2ª operación	Las rolas de 1ª operación determina el primer cierre entre la tapa y el cuerpo del envase, además establece la altura ideal de la 2ª operación que tiene la función de aplastar la 1ª operación de cierre presionando los pliegues del metal, dejando así un cierre redondeado.	Desgastes de las rolas de 1ª y 2ª operación	Desbarnizado y rebabas de los envases	10	Friccion	8	Revision in situ	2	160	Critico	Capacitacion para un correcta lubircacion , capacitacion para detectar fallos en la manufactura de los envases	Mecánico, operario cerrador y área de calidad	5	2	9	90	Normal
Mandriles	Trabaja junto a las rolas de 1ª y 2ª operación la cual tiene la función de ajustar la altura correcta entre el cierre de la 1ª operación y la placa base de la tapa hasta concretar el sellado de la 2ª operación	Desgastes de los mandriles	Falso cierre y abolladuras	10	Friccion	7	Revision in situ	2	140	Critico	Capacitacion para un correcta lubircacion , capacitacion para detectar fallos en la manufactura de los envases	Mecánico y área de calidad	4	2	9	72	Normal
Brazos de cierre de 1ª y 2ª operación	Actúan como brazos portadores o soportes del mandril, quien aproxima para efectuar el cierre	Desgastes de los brazos de cierre	Falso cierre	9	Lubricacion inadecuada y vibraciones	7	Revision in situ	2	126	Critico	Capacitacion para una correcta lubricacion y alinacion	Mecánico	4	2	9	72	Normal

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 39: Árbol de falla de la máquina desgranadora de vaina



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 40: AMEF de la máquina desgranadora de vaina

ELEMENTOS / COMPONENTE	Función	Modos de falla	Efectos	Gravedad	Causas reales o potenciales	Frecuencia	Diseño de controles	Detección	NPR	ESTADO	Acciones recomendadas	Responsable	Resultados de las acciones				ESTADO
													Nueva grav	Nueva frec	Nueva det	Nuevo NPR	
Rodamientos	Es el cojinete que minimiza la fricción que se producen entre un eje y las piezas conectadas aporta cargas axiles pesada y moderadas	Desgaste de rodamientos	Fricción	7	Vibración, ajuste y lubricacion inadecuada	4	Revisión in situ	6	168	Critico	Capacitacion para una correcta lubricacion, ajuste y alinacion de rodamientos	Mecánico	3	2	4	24	Normal
Cadena de transmisión - S45	Transmiten potencia a través de fuerzas de tracción	Ruptura de cadena	Perdida de velocidad y producción	9	Estructura deteriorada	3	Revisión in situ	5	135	Critico	Realizar revisiones periodicar para evitar paradas	Mecánico	4	3	3	36	Normal
Eje central de acero Böhrer	Accionar el tambor que este a su vez cumple la función de retirar la cáscara del frejol	Desgaste de eje	Perdida de producción	7	Vibración	4	Revisión in situ	5	140	Critico	Capacitacion para una correcta alineacion de ejes	Mecánico	3	2	3	18	Normal

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 41: Resultados del análisis de modo y efecto de fallos por producto

Etapa/función del proceso	Función	Modos de falla	Efectos	Gravedad	Causas reales o potenciales	Frecuencia	Diseño de controles	Detección	NPR	ESTADO
Etapa de cerrado	Obtener un cierre adecuado en latas de 15 Oz	Presencia de barniz en las rolas	Desbarnizado en el envase	4	Falta de limpieza	8	Revisión in situ	8	256	Critico
		Ajuste inapropiado de piezas	Presencia de abolladuras por debajo del cierre	10	Desconocimiento técnico	6	Revisión in situ	4	240	Critico
		Mandriles dañados	Cierre inadecuado	10	Piezas en mal estado	4	Revisión in situ	2	80	Normal
		Las rulinas trabajan a baja velocidad	Presencia de rebabas alrededor del cierre	6	Piezas en mal estado	3	Revisión in situ	4	72	Normal

Fuente: Elaboración propia

Anexo 42 : Check list de evaluación al personal técnico

 PROCESADORA PERU SAC		CHECK LIST DE EVALUACIÓN DE TÉCNICA – CERRADORA ANGELUS 69 P		Código: GOP-PR-00-000 Versión: 00		
FECHA: / /20						
Evaluación técnica en la operación de cerrado				Turno		
				A	B	C
PERSONAL RESPONSABLE			PUNTUACIÓN			
Apellidos y nombre		Firma	No cumple		1	
			Cumple parcialmente		3	
			Cumple totalmente		5	
			Personal que conforman la operación de cerrado			
Ítems		Mecánico cerrador	Mecánico de turno			
Nº	Apellidos y nombres					
1	Tiene conocimientos de mantenimiento preventivo					
2	Conoce el funcionamiento mecánico de la máquina					
3	Interpreta y analiza los manuales de la máquina					
4	Tiene la facilidad de desmontar la máquina					
5	Conocen todos los elementos de la máquina					
6	Conoce los puntos de lubricación					
7	Conoce que elementos necesitan lubricación diaria e inter diaria					
8	Hace uso de los materiales de manera adecuada (aceite SAE 50 y Waype)					
9	Brinda posibles soluciones ante un problema					
10	Informa con claridad los inconvenientes al supervisor de turno					
Puntaje Total						
Resultados		Criterio				
No conoce, no apto para este tipo de trabajo		25-39				
Tiene conocimientos, pero aún tiene dificultad para reparar		40-44				
Tiene conocimientos, opera con facilidad y pone en práctica lo aprendido		44- 50				
Vº B: Supervisor de área: _____			Vº B: Jefe de área: _____			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 43: Check list de evaluación al personal operador

 PROCESADORA PERU SAC		CHECK LIST DE EVALUACIÓN DE OPERACIÓN DEL LOTE 8			Código: GOP-PR-00-000 Versión: 00	
FECHA: / /20						
OPERACIÓN DE CERRADO LOTE 8					Turno A B C	
PERSONAL RESPONSABLE				PUNTUACIÓN		
Apellidos y nombre		Firma		No cumple		1
				Cumple parcialmente		3
				Cumple totalmente		5
Personal que conforman la operación de cerrado						
Ítems		Operador cerrador	Operador lanzado de latas	Operador de llenado de coches N°1	Operador de llenado de coches N°2	
N°	Apellidos y nombres					
1	Conoce el funcionamiento general de la máquina a operar					
2	Tiene inconvenientes en su puesto de trabajo (operar, alimentar y retirar el producto)					
3	Opera con facilidad y no necesita ayuda					
4	Tiene conocimientos de la metodología 5S					
5	Aplican la metodología 5S en su puesto de trabajo					
6	Conocen los tipos de defectos que ocurren en la operación					
7	Conocen que elementos de la máquina ocasiona estos tipos de defectos					
8	Hace uso de los materiales de manera adecuada (aceite SAE 50 y Waype)					
9	Brinda posibles soluciones ante un problema					
10	Informa con claridad los inconvenientes al supervisor de turno					
Puntaje Total						
Resultados		Criterio				
No conoce, no apto para este tipo de trabajo		20-30				
Tiene conocimientos, pero aún tiene dificultad para operar		31-38				
Tiene conocimientos, opera con facilidad y pone en práctica lo aprendido		39-46				
Vº B: Jefe de área: _____						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 46: Información A3 de la etapa de cerrado

INFORME A3 – IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN LA ETAPA DE CERRADO DE LA EMPRESA PROCESADORA PERÚ SAC

1º. Definición del problema

- **Producto:** Conserva de Frejol de palo verde (FPV) en envases de 15 Oz- Goya
- **Área:** Lote N.º 8 – proceso de cerrado de envases de 15 Oz
- **Pérdidas económicas:** Se perdió un total de S/ 7 557,66 por 514 bandejas de 24 unidades cada una.
- **Pérdidas en materia prima:** Se perdió 12 344 envases completos (cuerpo y tapa) y en frejol se obtuvo pérdidas de 2 962,56 kg

2º. Situación actual

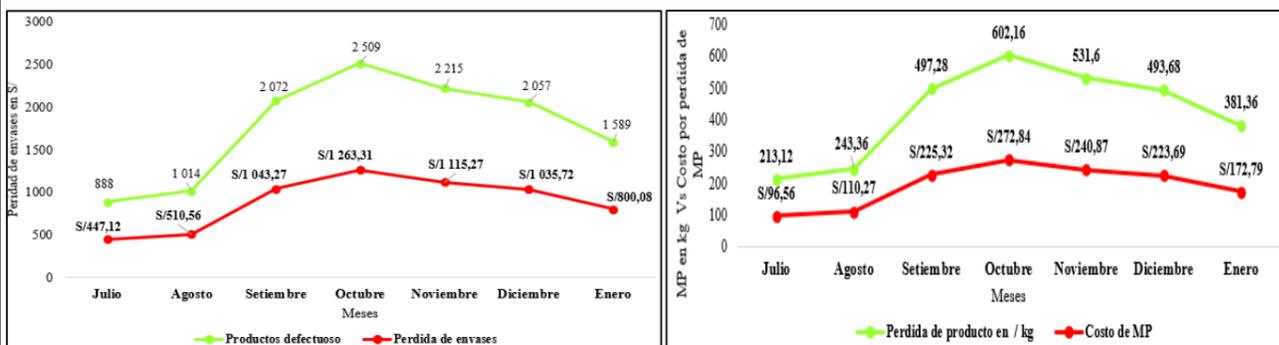


Figura 1: Relación de pérdida de productos defectuosos y envases

Figura 2: Relación de pérdida de frejol en kg y el costo por kg

Durante el proceso de conserva de la campaña 2019-2020, obtuvo un promedio de productos defectuosos de 1 763 und, lo que generó en promedio pérdidas económicas por el monto de S/887,69.

En base a la cantidad de productos defectuosos generados se perdió un total de 2 962, 56 kg, generando así una pérdida de S/ 1 342, 34.

3º. Causas del problema

En base a las herramientas utilizadas, se determinó cuáles son las causas de procesar productos defectuosos

CAUSAS	Limpeza inadecuada de las rolas de 1º y 2º operación
	Lubricación inadecuada de los soportes inferiores de los mandriles
	Falta de supervisión del llenado de envases

4º. Objetivo

Meta	Reducir en un 10%
-------------	-------------------

5º. Acción de mejora

De acuerdo al manual de control de cierre JK Some, explica como es un cerrado adecuado, la cual está compuesta por dos operaciones que depende una de la otra (figura 4)

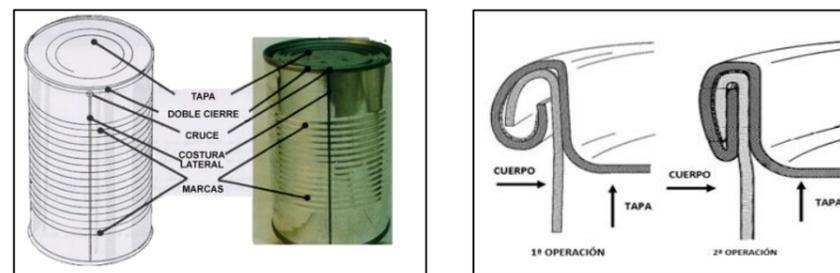


Figura 3: Elementos de un envase

Figura 4: Correcta operación de cerrado

Según los resultados obtenidos existen cuatro tipos de defectos en los envases, asimismo, el manual JK Some muestra imágenes para la identificación de dichos defectos.

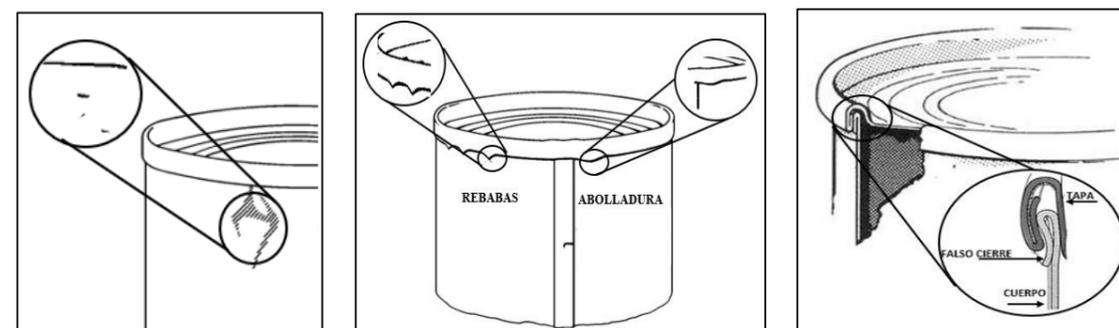


Figura 5: Envase con desbarbazado

Figura 6: Envase con abolladuras y rebabas

Figura 7: Envase con cierre incompleto

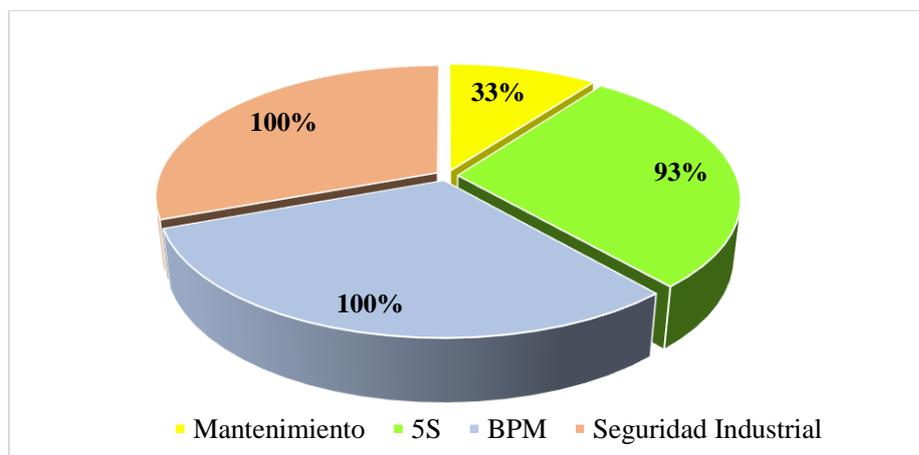
6º. Plan de mejora

En base a los resultados, es conveniente capacitar a los operarios para reducir los productos defectuosos las cuales deberán ser evaluados continuamente.

N.º	Actividad	Mes							Responsable
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Elaboración de guías de trabajo	■							- Jefe de producción - Jefe del sistema integrados de gestión
2	Capacitaciones		■		■		■		
3	Evaluación		■		■		■		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 47: Porcentaje de capacitaciones del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 48: Temas a capacitar

Tema	Contenido	Institución	Horas
Lubricación	<ul style="list-style-type: none"> - Selección y aplicación de lubricantes - Estrategias de mantenimiento y la lubricación - Mantenimiento preventivo/predictivo y control de condición 	Tecsup	30
Alineación	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos básicos de alineamiento de máquinas - Parametrizar el desalineamiento, convenciones y símbolos - Factores que afectan la tarea de alineamiento y su método de corrección - Conocer las causas principales de desalineamiento y sus consecuencias - Conocer las diferencias entre los métodos de alineamiento - Aplicar el método de alineamiento utilizando carátula - Aplicar el alineamiento utilizando la metodología de láser - Método de preparación del trabajo de alineamiento - Escribir reportes profesionales de alineamiento 	Grupo Ademinsa	4
Control de cierre	<ul style="list-style-type: none"> - Mecánica de la conformación del doble cierre en envases de hojalata. - Evaluación del doble cierre, inspección visual y cuantificación. - Influencia de los ajustes mecánicos en las cerradoras en las medidas del doble cierre. - Defectos en el doble cierre: Desbarnizado, Abolladuras, Falso cierre y Rebasas. 	Grupo Asper	6

Fuente: Elaboración propia

Anexo 49: Grupos por temas de capacitación

Grupo 1- Lubricación	Grupo 2 - Alineación	Grupo 3 – Control de cierres
Mecánico 1	Mecánico 1	Mecánico 1
Mecánico 2	Mecánico 2	Mecánico 2
Mecánico cerrador 1	Mecánico cerrador 1	Mecánico cerrador 1
Mecánicos cerrados 2	Mecánicos cerrados 2	Mecánicos cerrados 2
Mecánico 3 – Lote 4	Mecánico 3 – Lote 4	Operador – Cerrador 1
Jefe de mantenimiento	Operador – Cerrador 1	Operador – Cerrador 2
Operador – Cerrador 1	Operador – Cerrador 2	-
Operador – Cerrador 2	-	-

Fuente: Elaboración propia

Mecánico 1 y 2 = mecánicos de apoyo de la línea de conserva

Mecánico 3 = Encargado de las máquinas ubicadas en el lote 4(desgranadora, air cleaner, lavadora Onley y transporte hidráulico)

Mecánico cerrador 1 y 2 = encargados de la máquina cerradora ángelus en ambos turnos

Anexo 50: Cronograma de capacitaciones

	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Semana 1	Grupo 1		Grupo 3	
Semana 2		Grupo 3		Grupo 3
Semana 3	Grupo 2	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 1
Semana 4	Grupo 1		Grupo 2	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 51: Cuadro resumen de paradas VS ingresos no percibidos

Máquinas	Horas de parada actual	Ingresos no percibidos actual	Horas de paradas mejoradas	Bandejas no procesadas (mejora)	Reducción de ingresos no percibidos
Desgranadora de vaina	9,04	\$ 3 700	3,6452	765	\$ 1 501
Air cleaner	1,43	\$ 585	0,52195	109	\$ 214
Lavadora Onley	5,34	\$ 2 271	1,9491	406	\$ 829
Transporte hidráulico	1	\$ 410	0,424	89	\$ 175
Escaldador continuo	1,73	\$ 706	0,63145	132	\$ 259
Marmita	2,48	\$ 1 365	1,035	292	\$ 573
Llenadora	3,38	\$ 1 860	0,8605	244	\$ 479
Cerradora angelus	35,37	\$ 14 460	18,7283	3 912	\$ 7 675
Autoclave ferlo	4,8	\$ 1 962	4,8	367	\$ 720
Selector óptico	1,75	\$ 961	1,75	490	\$ 961
Etiquetadora	0,97	\$ 402	0,41305	90	\$ 177
Codificadora video jet	1,48	\$ 608	0,5402	115	\$ 226
Total	68,77	\$ 29 291	35,30	7 011	\$ 13 787

Fuente: Elaboración propia

Anexo 52: Mejoras en la etapa de cerrado

Mes	Envases defectuosos sin mejora (und)	Número de envases defectuosos con mejora (und)	Número de envases recuperado	Envases en buenas condiciones (und)
Julio	888	302	586	701 482
Agosto	1 014	345	669	1 077 405
Septiembre	2 072	705	1 367	1 383 767
Octubre	2 509	854	1 655	1 551 479
Noviembre	2 215	754	1 461	1 517 493
Diciembre	2 057	700	1 357	826 189
Enero	1 589	541	1 048	527 128

Fuente: Elaboración propia

Anexo 53: Análisis de la disponibilidad mejorada de los equipos en horas

MES	TD	TP	TF	TPRE	TO	TNP	TON	DISPONIBILIDAD
Julio	792	168	624	100,07	523,93	6,92	517,00	82,85%
Agosto	744	144	600	92,66	507,34	13,76	493,58	82,26%
Setiembre	720	120	600	92,66	507,34	2,32	505,02	84,17%
Octubre	744	120	624	96,36	527,64	9,15	518,49	83,09%
Noviembre	720	120	600	92,66	507,34	3,14	504,20	84,03%
Diciembre	744	192	552	68,20	483,80	0,00	483,80	87,65%
Enero	576	72	504	77,83	426,17	0,00	426,17	84,56%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 54: Análisis de la efectividad mejorada de los equipos en horas

MES	TON	TPE	TOU	EFFECTIVIDAD
Julio	517,00	13,17	503,83	97,5%
Agosto	493,58	31,48	462,10	93,6%
Setiembre	505,02	36,84	468,18	92,7%
Octubre	518,49	27,27	491,21	94,7%
Noviembre	504,20	33,81	470,39	93,3%
Diciembre	483,80	21,97	461,83	95,5%
Enero	426,17	9,95	416,22	97,7%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 55: Análisis de la calidad mejorada en unidades

Mes	Unidades producidas	Producto defectuoso	Producto óptimo	Calidad
Julio	706 860	5 378	701 482	99,2%
Agosto	1 082 826	5 421	1 077 405	99,5%
Setiembre	1 384 472	705	1 383 767	99,9%
Octubre	1 552 333	854	1 551 479	99,9%
Noviembre	1 518 247	754	1 517 493	99,95%
Diciembre	826 889	700	826 189	99,9%
Enero	527 669	541	527 128	99,9%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 56: Análisis de la eficiencia global de los equipos mejorada

	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA	CALIDAD	OEE
Julio	82,85%	97,5%	99,2%	80,1%
Agosto	82,26%	93,6%	99,5%	76,6%
Setiembre	84,17%	92,7%	99,9%	78,0%
Octubre	83,09%	94,7%	99,9%	78,7%
Noviembre	84,03%	93,3%	99,95%	78,4%
Diciembre	87,65%	95,5%	99,9%	83,6%
Enero	84,56%	97,7%	99,9%	82,5%
Promedio	84,09%	95,0%	99,8%	79,697%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 57: Ingresos no percibidos recuperados a moneda nacional

Máquinas	Reducción de ingresos no percibidos	Ingresos no percibidos actual	Ingresos no percibidos recuperados	Cambio a moneda nacional (S/3,5941)
Transporte hidráulico	\$ 175	\$ 410	\$ 235	S/846,10
Etiquetadora	\$ 177	\$ 402	\$ 226	S/810,84
Air cleaner	\$ 214	\$ 585	\$ 371	S/1 332,60
Codificadora video jet	\$ 226	\$ 608	\$ 383	S/1 374,91
Escaldador continuo	\$ 259	\$ 706	\$ 447	S/1 607,59
Autoclave Ferlo	\$ 720	\$ 1 962	\$ 1 242	S/4 463,17
Lavadora Onley	\$ 829	\$ 2 271	\$ 1 442	S/5 182,85
Selector óptico	\$ 961	\$ 961	\$ -	S/-00
Llenadora	\$ 479	\$ 1 860	\$ 1 381	S/4 962,62
Marmita	\$ 573	\$ 1 365	\$ 792	S/2 847,97
Desgranadora de vaina	\$ 1 501	\$ 3 700	\$ 2 199	S/7 903,96
Cerrador ángelus	\$ 7 675	\$ 14 460	\$ 6 786	S/24 388,77
Total	\$ 13 787	\$ 29 291	\$ 15 504	S/55 721,38

Fuente: Elaboración propia

Anexo 58: Costo de reparación por máquina

Máquinas	costo sin mejora	costo con mejora	Pérdidas recuperadas
Desgranadora de vaina	S/4 738	S/2 219	S/2 519
Air Cleaner	S/104	S/38	S/66
Lavadora Onley	S/189	S/69	S/120
Transporte hidráulico	S/90	S/40	S/50
Escaldador continuo	S/180	S/66	S/114
Marmita	S/688	S/263	S/425
Llenadora	S/130	S/48	S/82
Cerrador ángelus	S/21 234	S/12 491	S/8 743
Autoclave Ferlo	S/927	S/338	S/589
Selector óptico	S/0	S/0	S/0
Etiquetadora	S/1 846	S/709	S/1 137
Codificadora video jet	S/1 054	S/385	S/669
Total	S/31 182	S/16 665	S/14 516,06

Fuente: Elaboración propia

Anexo 59: Reducción de pérdidas por envases

Mes	Productos defectuosos (und)	Pérdida económica por envases sin mejora	Reducción de envases defectuosos (und)	Pérdida económica por envases con mejora	Pérdidas recuperadas
Julio	888	S/447,12	302	S/152,06	S/295,06
Agosto	1014	S/510,56	345	S/173,71	S/336,85
Septiembre	2072	S/1 043,27	705	S/354,97	S/688,30
Octubre	2509	S/1 263,31	854	S/430,00	S/833,31
Noviembre	2215	S/1 115,27	754	S/379,65	S/735,63
Diciembre	2057	S/1 035,72	700	S/352,46	S/683,26
Enero	1589	S/800,08	541	S/272,40	S/527,68
Total	12344	S/6 215,33	4201	S/2 115,25	S/4 100,08

Fuente: Elaboración propia

Anexo 60: Reducción de pérdidas por grano

Mes	Productos defectuosos (und)	Pérdida económica por FPV sin mejora	Reducción de envases defectuosos (und)	Pérdida económica por FPV con mejora	Pérdidas recuperadas
Julio	888	S/96,56	302	S/32,84	S/63,72
Agosto	1014	S/110,27	345	S/37,52	S/72,75
Septiembre	2072	S/225,32	705	S/76,66	S/148,65
Octubre	2509	S/272,84	854	S/92,87	S/179,97
Noviembre	2215	S/240,87	754	S/81,99	S/158,87
Diciembre	2057	S/223,69	700	S/76,12	S/147,57
Enero	1589	S/172,79	541	S/58,83	S/113,96
Total	12344	S/1 342,34	4201	S/456,83	S/885,50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 61: Utilidad neta por envases recuperados

Mes	Envases recuperados (und)	Utilidad neta
Julio	586	S/220,48
Agosto	669	S/251,71
Septiembre	1367	S/514,33
Octubre	1655	S/622,69
Noviembre	1461	S/549,70
Diciembre	1357	S/510,57
Enero	1048	S/394,31
Total	8143	S/3 063,80

Fuente: Elaboración propia

Anexo 62: Cuadro resumen de los costó para la instalación de sensor

Ítems	Elementos	Marca	Precio con IGV	Empresa
1	Tablero metálico RITTAL con placa modelo 1045	Tekpan	S/350,00	Automation & power control solution SAC
2	Pulsador verde c/capuchón de goma	Schneider	S/54,86	Sigelec SAC
3	Pulsador rojo c/capuchón de goma	Schneider	S/56,04	Sigelec SAC
4	Pulsador de emergencia T/hongo rojo	Schneider	S/82,36	Sigelec SAC
5	Guardamotor 32 A	Schneider	S/566,49	Sigelec SAC
6	Módulo de fuente de alimentación	Schneider	S/938,51	Sigelec SAC
7	PLC Compac. Alim 24/24 VDC	Schneider	S/1 395,67	Sigelec SAC
8	Variador de velocidad 1 HP- trifásico	Schneider	S/578,91	Sigelec SAC
9	Interruptor diferencial ACTI	Schneider	S/265,50	Cablex SAC
10	Interruptor Termomagnético	Schneider	S/171,10	Cablex SAC
11	Sensor Capacitivo	Autonics	S/150,00	Automaq Corporation SAC
Total			S/4 609,44	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 63: Cuadro resumen de los costos para capacitaciones

Ítems	Capitaciones	Nª personas	Precio sin IGV /persona	Total	Empresa
1	Lubricación	8	S/520,66	S/3 123,96	TECSUP
2	Alineamientos	7	S/652,50	S/3 262,50	ADEMINSA
3	Control de cierre	6	S/297,32	S/1 486,60	ASPER
Total				S/7 873,06	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 64: Cuadro resumen de los costos de mantenimiento predictivo

Ítems	Análisis	Precio	Empresa
1	Lubricantes	S/ 564,00	SEDISA
2	Vibracional	S/ 783,00	
Total		S/ 1 347,00	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 65: Cuadro resumen de los gastos administrativos

Colaboradores	Cant	salario	beneficio (51%)	sub total mes	total, anual
Ingeniero en gestión de mantenimiento	1	S/3 173,58	S/1 618,53	S/4 792,11	S/57 505,27

Fuente: Elaboración propia

Anexo 66: Ficha técnica de la maquina cerrador ángelus

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA			
MAQUINA	Cerradora Angelus	UBICACIÓN	LOTE 8
FABRICANTE	JK SOMME	OPERACIÓN	Cerradora de envases
MODELO	69 P	AÑO DE FABRICACION	2011
CARACTERISTICAS			
CARACTERISTICAS TECNICAS		FOTO DE LA MAQUINA	
<ul style="list-style-type: none"> - N° de estaciones de cierre: 6 - N° de cabezales : 6 - N° de rodillos de banco : 6 - N° de bancos de cierre : 6 - Excéntrica de cuchilla de tapas : 1 - Potencia : 3 HP - Producción : Hasta 120 envases / min 			
FUNCION			
<p>Sellar adecuadamente los envases en dos operaciones de acuerdo a las especificaciones del cliente.</p>			
RECOMENDACIONES		<p>Fuente: Empresa Procesadora Perú SAC</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Lubricación por cada turno de trabajo - Corroborar la altura de especificaciones de cierre - Asegurar que el giro de cerrado es rápido - Limpieza de manera diaria - Realizar un adecuado ajuste de acuerdo al diámetro del envase - Verificar el envase antes de que entre a la maquina cerradura - Se recomienda usar aceite SAE 50 			

Fuente: Elaboración propia